



國立臺灣大學公共衛生學院公共衛生碩士學位學程

碩士論文－實務實習成果報告

Master of Public Health Degree Program

College of Public Health

National Taiwan University

Master's Thesis – Practicum Report

乳癌篩檢經濟效益評估

Economic Evaluation of Breast Cancer Screening

葉潔瑩

Chieh-Ying Yeh

校內單位指導教師：陳秀熙 教授

實習單位指導教師：蘇秋文 博士

Advisor: Hsiu-Hsi Chen, Ph.D.

Preceptor: Chiu-Wen Su, Ph.D.

中華民國 114 年 12 月

December 2025

國立臺灣大學碩(博)士學位論文
口試委員會審定書

MASTER'S THESIS(DOCTORAL DISSERTATION) ACCEPTANCE
CERTIFICATE
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY



乳癌篩檢經濟效益評估

Economic Evaluation of Breast Cancer Screening

本論文係 葉潔瑩 R11847041 在國立臺灣大學公共衛生碩士學位學程完成之碩(博)士學位論文，於民國 114 年 12 月 23 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員 Oral examination committee:

陳香颺
(指導教授 Advisor)

陳勁宇

嚴明芳

蘇秋文

誌謝/ Acknowledgement



本論文的順利完成，對我而言不僅是一段學術訓練的精進，更是長期投身公共衛生服務中，在責任、信念與家庭角色之間，為自己保留的一段深度思考與淬鍊歷程。身為公職人員，我深知每一項政策背後都承載著制度的重量與人民的期待；身為母親，我也在堅持與選擇中，與孩子們共同伴學成長。在多重身份的切換下，始終珍視那份渴望不斷求知、追求自我實現的初心。

求學期間，每當行走於徐州路上，兩旁行道樹綠意相映，陽光透過枝葉間灑落，周遭景像自然平凡，但卻烙印於心，那不僅是一段通往課堂的行程，也成為我在公務與學業交錯的節奏中，得以沉澱心緒的重要片刻。除了課堂中的學術訓練與思辨，這些與課程內容無直接關聯的環境感受，滿足了心靈上的調適與支持，使我在繁忙與壓力之中維持平衡，並持續以穩定的狀態投入工作、家庭、學習與研究。

首先，衷心感謝我的指導教授—陳秀熙教授及其研究團隊，並誠摯感謝嚴明芳教授、陳勁宇主任及蘇秋文實習老師擔任口試委員，給予論文提供寶貴的建議。求學期間陳教授不僅在學術上賦予我嚴謹而宏觀的視野，在學術之外，更亦師亦友、如長輩般的關懷，給予勉勵與提點，深刻理解我在公務繁忙中，學生與家庭角色轉換間的無形壓力。您讓我領悟到，學習的價值在於能以更寬廣的視角看待世界，從實證的數據延伸至人性關懷的領悟。這份啟發不僅擴增了生命的韌性，更是我學習歷程中最寶貴的收穫。

其次，誠摯感謝歷任局長—王文彥局長、劉宜廉局長與賈蔚局長。在高度忙碌且責任重大的公務體系中，感謝各位長官的信任與體諒，給予我重返校園進修的機會，使我得以在實務工作之餘，系統性地充實公共衛生、流行病學與健康經濟之專業，重新梳理政策背後的理論架構，將學術理論與政策實務緊密結合。

最後，最深的感謝，獻給我最親愛的家人。感謝父母長久以來無條件的支持與包容，成為我最堅實而溫暖的後盾；感謝我的先生，在我身兼多職之際，始終穩定地支撐著家庭，讓我無後顧之憂地在學問的殿堂裡盡情探索。感謝兩位貼心的女兒，謝謝妳們在媽媽晚歸、忙碌的日子裡，仍願意給予最溫暖的理解與等待。妳們讓我深刻感受到，成長不應受限於年齡或職位，學習是伴隨一生的生命姿態，能為人生開創出更豐富的色彩。

謹以此論文致予所有在不同階段陪伴、指引與支持我的人。未來，我將帶著這份持續精進的熱忱，將所學實踐於公共衛生實務中，持續為社會健康貢獻一份心力。

中文摘要/ Abstract



背景與目的

乳癌為臺灣女性發生率最高之癌症，且好發年齡較歐美國家提早，對公共衛生與醫療資源造成重大負擔。自 2004 年起，國民健康署推動乳房 X 光攝影篩檢政策，並隨流行病學趨勢與醫療量能逐步擴大服務年齡層。2025 年起，篩檢年齡正式延伸至 40~74 歲，然其長期經濟效益與資源配置合理性，仍需以在地實證資料加以評估。本研究目的在比較不同乳癌篩檢起始與終止年齡策略之成本效益，評估擴大篩檢年齡範圍在臺灣情境下之健康經濟可行性，作為政策優化之依據。

研究方法

本研究採社會觀點，建構決策樹結合馬可夫模型 (Decision Tree combined with Markov Model)，模擬乳癌自然病史與篩檢介入後之長期健康結果。比較四種策略，包括：無篩檢、50~69 歲每兩年一次乳房攝影、45~69 歲每兩年一次乳房攝影，以及 40~74 歲每兩年一次乳房攝影。模型參數主要來自臺灣癌症登記資料、全民健保資料庫及大規模篩檢實證數據，並納入直接醫療成本與間接時間成本。健康效益以品質調整生命年 (QALYs) 衡量，成本與效益均以 3% 折現率計算。經濟評估指標包括增量成本效益比 (ICER)、淨貨幣效益 (NMB)、成本效果可接受度曲線 (CEAC)，並進行確定性與機率性敏感度分析 (Monte Carlo Simulation)。

研究結果

在基準分析中，相較於無篩檢策略，40~74 歲每兩年一次乳房攝影篩檢可額外增加 0.042 QALYs，對應之 ICER 為新台幣 505,945 元/QALY，顯著低於臺灣常用之一倍人均 GDP 支付意願門檻，顯示其具成本效益。45~69 歲與 50~69 歲篩檢策略則因成本效益相對較差，呈現延伸性支配。敏感度分析結果顯示，在不同篩檢參與率與確診順從率情境下，40~74 歲策略皆維持為非支配策略，且順從率提升可同時增加健康效益並降低長期醫療成本。機率敏感度分析顯示，在一倍人均 GDP 之支付意願門檻下，40~74 歲策略成為最具成本效益方案之機率接近 100%，結果具高度穩健性。

結論

在臺灣乳癌流行病學特性與醫療體系情境下，將乳癌篩檢年齡擴大至 40~74 歲，每兩年一次乳房 X 光攝影，為最具成本效益且具政策穩健性之策略。研究結果支持現行 40~74 歲篩檢政策方向，未來政策除持續推動擴大篩檢外，亦應同步強化確診順從率與個案管理，以進一步提升乳癌篩檢計畫之整體公共衛生效益與資源配置效率。

關鍵字：乳癌篩檢、乳房 X 光攝影、決策樹、馬可夫模型、成本效益分析

Abstract

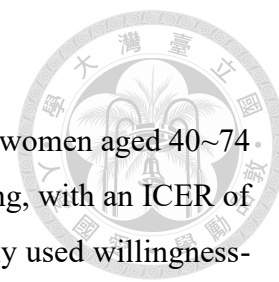


Background and Objectives

Breast cancer is the most commonly diagnosed cancer among women in Taiwan, with an earlier peak age of onset compared with Western countries, posing a substantial burden on public health and healthcare resources. Since 2004, the Health Promotion Administration has implemented a nationwide mammography screening program, gradually expanding the eligible age groups in response to epidemiological trends and healthcare capacity. Beginning in 2025, the screening age range was formally extended to women aged 40~74 years. However, the long-term economic benefits and resource allocation efficiency of this expanded policy require evaluation based on local empirical evidence. This study aimed to compare the cost-effectiveness of different breast cancer screening initiation and cessation age strategies and to assess the economic feasibility of expanding the screening age range within the Taiwanese context to inform policy optimization.

Methods

A societal perspective was adopted, and a decision tree combined with a Markov model was constructed to simulate the natural history of breast cancer and long-term health outcomes following screening interventions. Four strategies were compared: no screening; biennial mammography for women aged 50~69 years; biennial mammography for women aged 45~69 years; and biennial mammography for women aged 40~74 years. Model parameters were primarily derived from the Taiwan Cancer Registry, the National Health Insurance Research Database, and large-scale population-based screening data. Both direct medical costs and indirect time costs were included. Health outcomes were measured in quality-adjusted life years (QALYs), and both costs and outcomes were discounted at an annual rate of 3%. Economic evaluation metrics included the incremental cost-effectiveness ratio (ICER), net monetary benefit (NMB), and cost-effectiveness acceptability curves (CEAC). Deterministic and probabilistic sensitivity analyses using Monte Carlo simulation were performed to assess model uncertainty.



Results

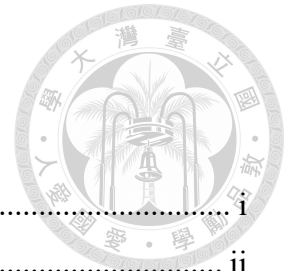
In the base-case analysis, biennial mammography screening for women aged 40~74 years yielded an additional 0.042 QALYs compared with no screening, with an ICER of NTD 505,945 per QALY, which is substantially below the commonly used willingness-to-pay threshold of one times Taiwan's per capita gross domestic product, indicating that this strategy is cost-effective. Screening strategies targeting women aged 45~69 years and 50~69 years were extendedly dominated due to inferior cost-effectiveness. Sensitivity analyses demonstrated that the 40~74-year screening strategy consistently remained non-dominated across varying screening participation rates and compliance levels. Improvements in compliance were associated with both increased health benefits and reduced long-term healthcare costs. Probabilistic sensitivity analysis further showed that, at a willingness-to-pay threshold of one times per capita GDP, the probability of the 40~74-year strategy being the most cost-effective option approached 100%, indicating high robustness of the findings.

Conclusions

Considering Taiwan's breast cancer epidemiology and healthcare system context, extending biennial mammography screening to women aged 40–74 years represents the most cost-effective and policy-robust strategy. The findings support the current screening policy targeting this age group. In addition to continuing the expanded screening program, future policy efforts should place greater emphasis on improving compliance and case management to further enhance the overall public health impact and resource allocation efficiency of breast.

Keywords: Breast cancer screening, Mammography, Decision tree, Markov model, Cost-effectiveness analysis

目次/ List of Contents



誌謝/ Acknowledgement.....	i
中文摘要/ Abstract	ii
Abstract.....	iv
目次/ List of Contents	vi
圖次/ List of Figures	vii
表次/ List of Tables.....	viii
第一章 導論/ Chapter 1 Introduction.....	1
第一節、實習單位特色與簡介/ Practicum Unit Features and Brief Introduction.....	1
第二節、研究架構與假設/ Framework and Hypotheses	2
第三節、文獻回顧/ Literature Review	5
第四節、研究目的與研究問題/ Research Purpose and Research Problems	12
第二章 方法/ Chapter 2 Methods	13
第一節、研究方法 (Methods)	13
第二節、關鍵評估指標 (Outcomes)	14
第三節、疾病自然史模式	16
第四節、參數彙整表	18
第五節、成本效益分析	20
第六節、敏感度分析	21
第三章 結果/ Chapter 3 Results.....	22
第一節、台灣乳癌篩檢現況分析：臨床特徵與特異度	22
第二節、成本效益與支配性分析 (Dominance Analysis)	23
第三節、敏感度分析 (Sensitivity Analysis)	26
第四節、機率敏感度分析 (Probabilistic Sensitivity Analysis, PSA)	34
第四章 討論/ Chapter 4 Discussion.....	44
第一節、綜合成本效益分析結果	44
第二節、偽陽性與後續診斷之長期效益權衡	45
第三節、政策建議 (Policy Implications)	46
第四節、結論 (Conclusion)	46
參考文獻/ Reference.....	48

圖次/ List of Figures



圖 1-1：研究設計（Study Design: Age to Begin and Stop Screen）	4
圖 2-1：研究決策模型架構圖	14
圖 2-2：研究決策模型架構圖	15
圖 2-3：乳癌自然病程之馬可夫模型	17
圖 3-1：以淨貨幣效益架構呈現之乳癌篩檢策略增量成本效果平面圖	24
圖 3-2：篩檢參與率敏感度分析圖（40%）	27
圖 3-3：篩檢參與率敏感度分析圖（60%）	28
圖 3-4：篩檢參與率敏感度分析圖（80%）	28
圖 3-5：確診順從率敏感度分析圖（70%）	31
圖 3-6：確診順從率敏感度分析圖（80%）	31
圖 3-7：確診順從率敏感度分析圖（90%）	32
圖 3-8：50~69 vs. No screening（1xGDP）之增量成本效益散佈圖	35
圖 3-9：45~69 vs. No screening（1xGDP）之增量成本效益散佈圖	35
圖 3-10：40~70 vs. No screening（1xGDP）之增量成本效益散佈圖	36
圖 3-11：50~69 vs. No screening（2xGDP）之增量成本效益散佈圖	36
圖 3-12：45~69 vs. No screening（2xGDP）之增量成本效益散佈圖	37
圖 3-13：40~74 vs. No screening（2xGDP）之增量成本效益散佈圖	37
圖 3-14：50~69 vs. No screening（3xGDP）之增量成本效益散佈圖	38
圖 3-15：45~69 vs. No screening（3xGDP）之增量成本效益散佈圖	38
圖 3-16：40~74 vs. No screening（3xGDP）之增量成本效益散佈圖	39
圖 3-17：1 倍人均 GDP 支付意願下各乳房攝影篩檢策略之成本效果可接受度曲線	41
圖 3-18：各策略健康效益機率分佈圖（Cost）	43
圖 3-19：各策略健康效益機率分佈圖（Effectiveness）	43

表次/ List of Tables



表 2-1：不同年齡層乳癌自然史模型中之年發生率參數.....	17
表 2-2：模型參數基案值、範圍與機率分佈彙整表.....	19
表 3-1：2025 年 1~6 月台灣各年齡層乳癌篩檢陽性率、偵測率與特異度參數推估...22	
表 3-2：2024 年 1~6 月台灣各年齡層乳癌篩檢陽性率、偵測率與特異度參數推估..23	
表 3-3：篩檢策略之成本效益與支配性分析結果.....	25
表 3-4：不同乳房攝影篩檢策略之成本效益分析結果.....	26
表 3-5：不同篩檢參與率下之成本效益分析結果.....	29
表 3-6：不同確診順從率下之成本效益分析結果.....	33
表 3-7：不同 GDP (WTP) 門檻下，各乳癌篩檢策略相對不篩檢之成本效果比較..	42



第一章 導論/ Chapter 1 Introduction

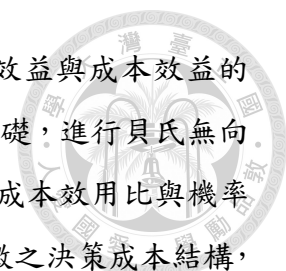
第一節、實習單位特色與簡介/ Practicum Unit Features and Brief Introduction

國立臺灣大學醫學院乳癌、大腸癌篩檢資料監測中心（以下簡稱篩檢資料監測中心），為推動癌症篩檢政策與效益評估的專業單位，監測與分析全國乳癌、大腸癌篩檢數據，透過數據分析提供政策效益評估及建議，並為政策制定提供實證支持，目標在降低癌症的發生率與死亡率；除了數據分析外，該中心亦致力於教育訓練與推廣活動，為基層篩檢人員提供專業知識與技能提升課程，確保篩檢執行的一致性與品質。

同時，篩檢資料監測中心與臨床專家、公共衛生政策學者密切合作，定期召開專家會議，檢視篩檢政策成效並制定改進策略。此篩檢資料監測中心的一項重要成就為建構實證醫學資料庫，整合篩檢相關數據與結果，支持研究與政策模擬，例如，透過經濟與成本效益分析，評估篩檢在健康促進與資源分配上的價值，提供決策者更精準的建議。

篩檢資料監測中心由流行病學專家、臨床醫師及公共衛生政策學者所組成的專家團隊，定期召開政策與數據分析會議。篩檢資料監測中心提供的資源包括完整的癌症篩檢數據庫、專業顧問團隊、跨部門協作平台以及教育訓練資源。數據庫涵蓋乳癌及大腸癌篩檢的全國性資料，包含參與率、篩檢結果、陽性率及後續追蹤資訊，為經濟效益與成本效益分析提供了重要基礎，並支持建構經濟模型。篩檢資料監測中心定期舉辦教育訓練與工作坊，針對基層篩檢人員進行知識與技能培訓。透過參與這些活動並觀察篩檢推廣策略的實施效果，進一步提升公共衛生實務能力。

實習期間透過參與篩檢資料監測中心目前執行的專案計畫，瞭解如何分析相關數據以支持專題研究，實習內容包括定期參加由專家團隊主持的數據分析與政策討論會議，深入探討乳癌篩檢的執行情況、策略設計與政策調整的依據，同時參與篩檢資料監測中心推動的乳癌篩檢相關政策擬定建議與執行。




在實務實習研究進行過程中，結合統計分析工具進行經濟效益與成本效益的量化評估乳房攝影，建構馬可夫決策樹，並以機器學習方法為基礎，進行貝氏無向循環圖形模式之機率性成本效益分析，除增量成本效益比、增量成本效用比與機率性接受曲線外，提出增量平均壽命增加於不同策略與不同個人特徵之決策成本結構，以建構乳癌篩檢長期健康與經濟衝擊。實習期間透過政策模擬，完成乳癌篩檢經濟模型的建構，並對現行政策提出具體改善建議，確保研究成果具備實務應用價值，進一步支持政策的優化與執行。

第二節、研究架構與假設/ Framework and Hypotheses

乳癌是台灣女性癌症發生率的第一位，年齡發生高峰約在 45~69 歲之間，約每十萬名婦女 188~194 人。依據衛生福利部死因統計及衛生福利部國民健康署(以下統稱國健署)癌症登記資料顯示，女性乳癌標準化發生率及死亡率分別為 69.1 及 12.0 (每十萬人口)，每年有逾萬位婦女罹患乳癌，逾 2,000 名婦女死於乳癌，亦為癌症相關死亡的重要原因。

國健署於 2002 年 7 月起，開始推動 50~69 歲婦女乳癌二階段乳癌篩檢服務，先以問卷篩選出高危險群，再轉介其接受乳房攝影檢查，並於 2004 年 7 月起，全面提供 50~69 歲婦女 2 年 1 次乳房攝影篩檢。篩檢推動初期 (2004~2009 年)，篩檢目標族群限定為 50~69 歲女性，整體篩檢量偏低，篩檢率亦僅維持在低度水準。

為提升乳癌之早期偵測率，逐年建構完整的篩檢政策與醫療量能，國健署補助 40~49 歲婦女乳癌篩檢研究計畫之初步結果顯示，年輕婦女乳房攝影篩檢的敏感度較超音波好，鑑於 45~49 歲女性乳癌發生率最高，國健署 2010 年調整乳癌篩檢政策，將服務年齡擴大至 45~69 歲，並將 40~44 歲具乳癌家族史之女性納入補助對象，使得潛在受檢人口大幅增加。此政策變革同時伴隨更多醫療院所加入篩檢服務，使年度篩檢量與篩檢率均呈現快速成長，2010 年政策擴大後，早期癌症比例增加，有助於減少晚期治療成本。於 2011~2018 年間達到相對穩定之高峰，其篩檢量約落在 90~100 萬人之間，篩檢率約達 35~40%。



2020 年起 COVID-19 疫情對醫療系統運作造成明顯衝擊，醫療資源重分配及民眾避免就醫行為，使乳癌篩檢量於 2020~2021 年間大幅下降，2021 年降幅尤為明顯，COVID-19 疫情造成篩檢率下降，使部分國家與台灣皆觀察到晚期乳癌比例上升趨勢^[1]。隨著疫情趨緩，醫療院所篩檢服務逐步恢復，自 2022 年起全國篩檢量再度呈現回升，至 2024 年乳房攝影篩檢量已回復至約 91 萬人，顯示篩檢需求與醫療可近性逐漸恢復至疫情前的水準。

國健署於 2025 年 1 月 1 日起，將原提供 45~69 歲婦女及 40~44 歲具乳癌家族史的婦女 2 年 1 次乳房攝影篩檢，篩檢年齡上下各增加 5 歲，擴大至 40 歲以上未滿 75 歲婦女，亦即 40~74 歲婦女提供 2 年 1 次乳房攝影篩檢，此階段不僅代表乳癌篩檢制度逐漸成熟，也反映篩檢計畫在公共衛生介入與醫療量能配置上的效益逐漸顯現。

台灣乳房攝影篩檢量的變動主要受政策擴大、醫療供給與疫情等影響，而這些變化不僅牽動篩檢率，也影響篩檢計畫所能帶來的醫療成本節省與健康效益，由於篩檢涉及龐大的資源投入（如人力、設備及相關管理成本），篩檢率的變動亦直接影響早期偵測比例、晚期發生率與治療費用，為評估成本效益不可或缺的背景因素。因此，瞭解乳癌篩檢量、篩檢率與政策沿革之時間序列變化，對進行經濟效益評估極具必要性。如何在資源有限的情況下，透過科學分析提升篩檢的經濟效益成為一個重要議題，不僅有助於掌握篩檢行為的推進機制，也為後續進行乳癌篩檢經濟效益評估提供必要的基礎背景。

一、研究設計

研究設計為使用決策樹（Decision Tree），將不同年齡範圍進行篩檢比較，並設置一組無篩檢作為對照組，觀察不同策略對健康結果（包括成本效益）的影響。研究設計將考慮乳癌的自然病史，並根據篩檢策略如何改變自然病程來比較結果，並對篩檢過程中的「自然病史」進行建模，分析篩檢如何影響乳癌的自然發展。根據本研究設計（Study Design: Age to Begin and Stop Screen），將比較三組情境在死亡率下降、晚期乳癌比例及總成本上的差異，並進一步比較不同篩檢策略的結果，這部分有助於確定乳房攝影篩檢介入對乳癌早期發現的影響，以檢驗不同篩檢起始與終止年齡對公共衛生與經濟效益的影響。



二、研究假設

研究假設如下（如圖 1-1）：

(一) 常規篩檢組 (Regular Screen)：依政策推行時序，可分為常規篩檢組 (Regular Screen, Age 45~69)、常規篩檢組 (Regular Screen, Age 50~69)，預期可有效降低乳癌死亡率，並延長存活年數與生活品質，但可能存在部分過度診斷的風險。

(二) 擴大篩檢組 (Extended Screen, Age 40~74)：假設擴大篩檢年齡範圍，可進一步降低乳癌死亡率與晚期乳癌發生率，但亦可能增加醫療成本與過度診斷比例。研究將評估其成本效益是否優於常規篩檢組。

(三) 無篩檢組 (No Screen)：作為對照組，預期將有較高的乳癌死亡率與晚期病例比例，但不會產生篩檢相關的直接成本與過度診斷問題。

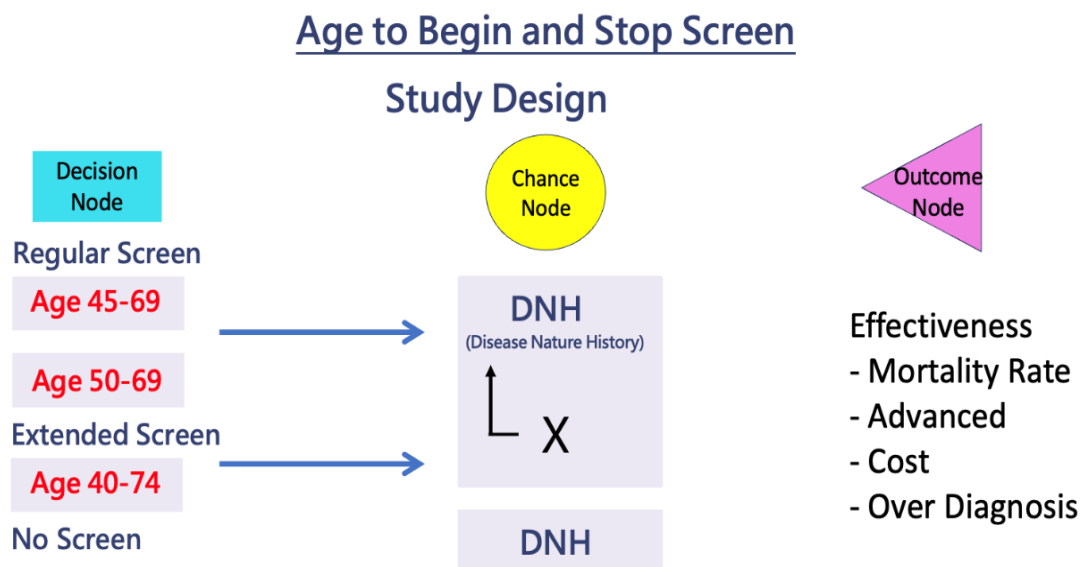


圖 1-1：研究設計 (Study Design: Age to Begin and Stop Screen)



第三節、文獻回顧/ Literature Review

一、乳癌篩檢流行病學與疾病負擔

根據世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 的統計數據, 2022 年全球因乳癌導致的死亡人數總計高達 67 萬人, 乳癌已是全球性的健康議題, 在 185 個國家中, 高達 157 個國家將乳癌列為女性最常見的癌症。此外, 約有 0.5~1% 的乳癌個案發生於男性, 值得注意的是, 2022 年的數據亦顯示, 約半數的乳癌個案發生於未具有性別與年齡之外的已知特定風險因子之女性^[2]。

乳癌為全球女性最常見之癌症, 近年發生率持續上升, 已成為全球女性癌症的首位疾病。在台灣, 乳癌同樣為女性發生率最高之癌症, 乳癌為我國女性好發癌症排名第一位, 死亡率亦居重要位置, 顯示其對女性健康造成顯著威脅。根據癌症登記資料, 我國乳癌平均診斷年齡約為 50~55 歲, 相較於歐美國家, 台灣乳癌好發年齡比歐美國家早, 約在 45~64 歲之間, 以 45~49 歲每 10 萬名婦女發生 213 人為最高, 其次為 50~64 歲的 210~205 人。

根據癌症登記統計顯示, 乳癌發生人數從 1995 年的 2,838 人, 標準化發生率為 28.4/10⁵, 104 年已增至 12,360 人, 標準化發生率為 73/10⁵, 近 15 年來, 標準化發生率上升 142%。而乳癌在女性癌症死因排名為第 4 位, 死亡人數從 1995 年的 918 人, 標準化死亡率為 9.7/10⁵, 2016 年已增至 2,176 人, 標準化死亡率為 11.8/10⁵, 近 16 年來, 標準化死亡率上升 20%^[3]。

乳癌在台灣造成的疾病負擔不僅幅度大, 且影響年齡層較早。由於乳癌治療費用高昂, 晚期個案常需標靶治療、放療與多線化療, 使醫療費用快速增加, 因此強調早期發現的重要性。

因此, 早期篩檢診斷、及時介入、整合性治療、連續性照護與長期追蹤, 對於減輕乳癌所致的疾病負擔、協助患者實現並維持最佳功能狀態及提升生活品質, 具有重要的意義。



二、乳癌篩檢與早期偵測效益

乳房 X 光攝影 (Mammography) 是目前最具實證基礎的乳癌篩檢工具。根據西方國家級國際大型試驗顯示，乳房攝影可有效降低 20~40% 乳癌死亡率^[4-7]，美國 USPSTF (U.S. Preventive Services Task Force, 2016) 指出定期乳攝可顯著降低乳癌死亡風險^[8]。在台灣一項研究亦顯示，乳房 X 光攝影篩檢能降低 41% 死亡率^[9]，自 2004 年推動乳癌篩檢後，早期診斷比例逐年增加，反映乳攝在國內亦能達成早期偵測的公共衛生目標。

目前國際上最具醫學實證，可以有效提早發現並改善預後的乳癌篩檢方法是乳房 X 光攝影，乳房 X 光攝影檢查能偵測乳房鈣化點或腫瘤，發現無症狀的 0 期乳癌。研究顯示，50 歲以上婦女每 1 至 3 年接受 1 次乳房 X 光攝影檢查，可降低乳癌死亡率 2~3 成，而在台灣乳癌診斷的中位年齡為 50 歲，早期乳癌的 5 年存活率高達 90%^[10]；因此有鑒於 45~69 歲婦女為我國婦女罹患乳癌的高峰，國健署於 2025 年起提供 40~74 歲婦女每 2 年 1 次乳房 X 光攝影檢查，以降低乳癌對生命的威脅，透過篩檢發現乳癌，從而實現早期診斷和早期治療，對於預防醫學來說相當重要。

乳房 X 光攝影報告採用美國放射學會 (American College of Radiology, ACR) 第五版乳房影像報告和資料庫系統 (Breast Imaging Reporting and Data System, BI-RADS) 評分標準來說明，國健署 (2025 年 9 月修訂版) 所頒布之「乳房 X 光攝影檢查疑似異常個案後續確診及治療處置流程」^[11]，進行陽性個案分類，並依據篩檢結果 (BI-RADS 分類) 進行後續處置分流。

篩檢結果為 Category 1 (無異常發現) 或 Category 2 (良性發現) 之婦女，歸類為正常，回歸兩年一次的常規篩檢週期。Category 0 (需附加其他影像檢查再評估) 之個案，則需召回 (Recall) 進行複檢，接受乳房超音波及/或診斷性乳房攝影。Category 3 (可能是良性發現) 之個案，則進入 6 個月 (不應超 12 個月) 的短期影像追蹤。若篩檢結果為 Category 4 (可疑異常) 或 Category 5 (高度疑似乳癌)，標準處置為執行組織生檢 (Biopsy) 以取得病理診斷。在複檢與追蹤路徑中，若個案後續評估降為 Category 1 或 2，則分別回歸常規篩檢或改為 1 年追蹤；若仍為 Category 3，則持續 6 個月追蹤。經組織生檢後，確診為乳癌 (Malignant) 者，進



入後續治療流程；若確診為非乳癌（Benign），則安排後續門診追蹤。此流程同時註明，緻密型乳房可能降低乳房 X 光攝影的敏感性與特異性，建議此類婦女應與專業醫師討論，評估是否需輔以其他乳房影像檢查。

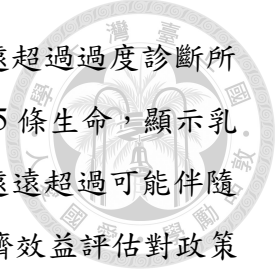
乳癌之預後與其發現的時間點高度相關，愈早期診斷通常能獲得較良好的治療成效。根據乳癌分期所示，其分期係依腫瘤大小、腋下淋巴結是否受侵以及是否存在遠端轉移而定。國健署指出，若乳癌能於早期被偵測，不僅多數患者可接受乳房保留手術，且整體預後亦顯著改善。以五年存活率為例，第 0 期乳癌患者之五年存活率可達 97.7%，第 1 期為 95.7%，第 2 期則為 89.1%。然而，若腫瘤進展至第 3 期，五年存活率下降至 72.3%，而在出現遠端轉移的第 4 期，存活率更僅剩 25.7%。此結果顯示，乳癌篩檢與早期診斷對提升存活率具有關鍵影響，亦反映早期介入在臨床治療策略中的重要性。

三、國內外乳癌篩檢經濟效益研究

國外研究多數支持乳癌篩檢具成本效益。歐美研究顯示，定期乳房 X 光攝影於醫療支付意願（Willingness-to-pay, WTP）可接受範圍內有效降低死亡率，並減少晚期治療成本^[4, 12]。此外，高風險族群篩檢之成本效果更為顯著。

瑞典國家衛生福利委員會於 1977 年在兩個縣（Kopparberg 和 Oster Gotland）開展一項隨機對照試驗，分為篩檢組與對照組，目的是研究透過乳房攝影篩檢能否有效降低乳癌死亡率，參與研究對象為 40 歲以上的女性超過 16 萬人，其中篩檢組每 2 至 3 年接受一次乳房攝影篩檢，篩檢結果顯示在 90% 以上的乳癌死亡病例中，診斷時已屬於晚期癌症；結果亦證明篩檢可減少晚期乳癌的診斷並有效降低 30% 的死亡率；因此乳房攝影於西方國家或歐洲廣泛被運用於乳癌篩檢，瑞典、紐約和荷蘭的多項研究均顯示，早期篩檢能有效降低乳癌死亡率^[13]。

根據 Duffy, S.W. 等人的研究，透過比較瑞典兩縣試驗中的篩檢組和對照組，估算篩檢所避免的死亡人數和新增診斷病例數，同時分析英國 1974~2004 年的乳癌死亡率與 1974~2003 年的乳癌發病率數據，結果顯示，自 50 歲起進行為期 20 年的乳房攝影篩檢，每 1,000 名接受篩檢的女性中，瑞典兩縣試驗可預防 8.8 例乳癌死亡，而英國篩檢計畫則可預防 5.7 例乳癌死亡。此外，過度診斷的估算結果顯示，每 1,000 名篩檢女性中，在瑞典為 4.3 例，在英國為 2.3 例。



研究結果強調，乳房攝影篩檢在挽救生命方面的絕對效益遠超過過度診斷所帶來的傷害。統計顯示，每發生 1 例過度診斷，約可挽救 2 至 2.5 條生命，顯示乳房攝影篩檢在公共健康層面具有顯著效益，其挽救生命的能力遠遠超過可能伴隨的過度診斷風險^[14]。然而，篩檢涉及大量的醫療資源投入，其經濟效益評估對政策的持續推動與優化十分重要。雖然乳房 X 光篩檢仍是早期偵測的重要工具，但協助女性充分理解篩檢的潛在效益與風險，並與醫療專業人員共同討論，是做出明智篩檢決策的前提^[15]。

經濟評估在現代醫療保健系統的決策中越來越重要，特別是用於有限的資源分配與不同醫療介入措施的選擇，最早採用經濟評估的國家包括澳大利亞和加拿大，後來許多國家也建立了相似的政策架構^[16]，經濟評估是比較不同選項在成本與效益兩方面的差異，這些選項可包括治療、篩檢或健康促進計畫等，目標是確認資源分配的最佳策略。由於資源有限需在眾多相互競爭的介入和計畫中進行分配，經濟評估方法因此被廣泛用於多層次的醫療保健決策中^[17]。

由於乳癌是全球女性最常見的惡性腫瘤之一，且其死亡率對公共衛生與醫療資源帶來沉重負擔，如何兼顧臨床效益與經濟效益，成為各國篩檢政策的重要依據。多數研究採用決策樹分析 (Decision Tree Analysis) 或馬可夫模型 (Markov model)，以模擬不同篩檢策略 (如不篩檢、依年齡層篩檢、不同篩檢週期) 在長期健康結果與成本上的差異。

在成本分析方面，國際研究通常同時納入醫療直接成本 (篩檢檢查費用、診斷與治療支出) 與間接成本 (因病失能或死亡造成之生產力損失)，部分研究更將「死亡成本」獨立計算，以全面呈現疾病對社會經濟的影響。研究亦多以「未折現」與「折現 3%」兩種情境進行分析，模擬時間價值對結果的影響。

在效果評估上，國際研究普遍以壽命年數 (Years of Life Saved, YLS) 與生活品質調整壽命年數 (Quality-Adjusted Life Years, QALYs) 作為核心指標，以衡量篩檢能否延長壽命並提升生活品質。部分研究亦觀察乳癌死亡率降低幅度，以直接呈現篩檢對疾病負擔的改善。

在分析方法上，國際研究多使用成本效果分析(Cost-Effectiveness Analysis, CEA)與增量成本效果比(Incremental Cost-Effectiveness Ratio, ICER)。若 ICER 值低於社會可接受之願付門檻(Willingness-to-pay Threshold)，則該篩檢策略被視為具成本效益。敏感度分析則廣泛應用於檢驗參數不確定性，如檢驗敏感度、特異度、成本波動與折現率變化。

綜合國際文獻顯示，多數研究支持乳癌篩檢具顯著的經濟效益，例如，歐美地區推動 40~69 歲女性定期乳房攝影篩檢後，不僅死亡率下降，QALYs 亦明顯提升，且 ICER 值普遍低於願付門檻。部分研究建議將篩檢年齡延伸至 74 歲，雖增加醫療成本，但能進一步降低乳癌死亡率，對高盛行率地區而言，具有政策可行性。


在台灣，乳癌為女性發生率最高的癌症之一，其死亡率近年呈現上升趨勢。為降低乳癌負擔，國健署自 2004 年起推動 45~69 歲婦女每兩年一次乳房攝影篩檢，並持續進行成效與經濟效益評估。台灣學者多以國健署乳癌篩檢資料庫為基礎，結合流行病學數據，透過馬可夫模型與決策樹分析探討篩檢之成本效果。

在成本估算方面，國內研究除了計算篩檢檢查、確診與治療的直接醫療成本外，也納入因乳癌死亡與失能所造成的社會生產力損失。部分研究顯示，若能及早偵測並治療早期乳癌，不僅治療費用較低，存活率亦顯著提高，因此整體上可減少社會成本。

在效果衡量方面，台灣研究結果一致指出，乳癌篩檢能有效提升 YLS 與 QALYs 並降低乳癌死亡率。研究亦顯示，不同篩檢年齡層的成本效益存在差異，其中 45~69 歲女性族群之篩檢效益最為顯著，亦符合目前國家篩檢政策之設計。

在經濟評估上，國內研究多使用 ICER 值與台灣人均 GDP 作為判斷依據。研究結果顯示，乳癌篩檢的 ICER 值普遍低於台灣每人每年 GDP (約新台幣 100 萬元)，因此被認定為具成本效益之政策措施。敏感度分析亦支持此結論，即便在參數調整下，乳癌篩檢仍維持穩健的經濟效益。

此外，近期研究亦探討是否應將篩檢年齡下修至 40 歲或延長至 74 歲。模擬結果顯示，雖然醫療支出隨之增加，但在高風險或高盛行率族群中，延伸篩檢年齡仍可能具備公共衛生價值，為未來政策調整提供參考。




成本效益分析與健康衡量指標包括：(一)成本效益分析 (Cost-effectiveness Analysis, CEA) 效益通常以單一健康結果 (如疾病發生率、死亡率) 衡量，無法同時考慮生活品質的差異。而成本效用分析 (Cost-utility Analysis, CUA)，將效益轉化為品質調整生命年 (QALY) 進行衡量^[18]，這一方法廣泛用於醫療計畫中，QALY 試圖同時考量患者的生命長度和健康相關生活品質。(二) 增量成本效益比 (ICER)，用於比較方案之間的附加成本與附加效益。(三) 成本最小化分析 (CMA)，假設健康效益相同的前提下，選擇成本最低的方案^[19]。

在健康經濟評估中，決策模型的構建需納入多個核心組成要素，以全面描述健康介入措施的成本與效益。模型的基礎是人口統計特徵，涵蓋目標人群的年齡、性別、社會經濟地位等屬性，以及競爭性死亡原因 (如其他疾病的死亡率)。其次，疾病自然史反映了從前臨床階段到臨床進展階段的過程。此外，篩檢或介入措施的效能指標，如篩檢參與率、敏感度、特異度和診斷依從性等，對模型的準確性亦十分重要。效能衡量還包括篩檢後的死亡率與疾病進展的降低。

在成本分析方面，模型需區分直接成本 (如治療與管理費用) 與間接成本 (如生產力損失或心理成本)，並透過增量成本效益比 (ICER)、方案接受性曲線 (CEAC) 及效益成本比 (B/C Ratio) 等經濟評估指標進行綜合分析。增量成本效益比用於衡量每增加一單位健康效益 (如品質調整生命年，QALY) 所需的額外成本，且不同國家的支付意願 (Willingness to Pay, WTP) 門檻會影響成本效益評估結果，支付意願提高時，方案被接受為具成本效益的可能性也會增加。此外，效益成本比將效益與成本轉換為相同的貨幣單位進行比較，若該比值大於 1，則方案在未來具有潛在回報^[20]。這些評估指標能有效支援在資源有限的情況下進行最優化的決策，協助決策者制定科學化的資源分配策略。

為確保模型結果具備台灣在地化之代表性 (Local Representativeness)，本研究優先採用衛生福利部癌症登記報告、全民健康保險資料庫 (National Health Insurance Research Database, NHIRD) 及大規模篩檢實證數據進行參數推估。疾病由臨床症前期 (Preclinical Detectable Phase, PCDP) 進展至臨床期 (Clinical) 之轉移機率 (Transition Probability) 係參考文獻並針對台灣癌症期別分佈進行校正。



依據 2004~2018 年間台灣大規模的流行病學分析，總共涵蓋了 6,592,768 次乳房攝影檢查，涉及 2,881,405 名女性，數據根據美國放射學會的乳房影像報告和數據系統 (BI-RADS) 分類進行追蹤。在所有篩檢中，絕大多數 (5,957,983 次) 被評估為 BI-RADS 1 或 2 (正常或良性發現)，但這組後續仍追蹤到 10,944 例的「篩檢間隔癌 (Interval cancer)」。相對地，被認為高度可疑或惡性的 BI-RADS 4 或 BI-RADS 5 共 133,581 次篩檢，則直接確認 13,252 例經由「篩檢發現乳癌 (Screen-detected Breast Cancer)」。

另外，在需要進一步評估的 BI-RADS 0 或 3 類別，包含 501,204 次篩檢。經追蹤評估後產生了兩種分流結果：其中 241,514 次最終被歸類為 BI-RADS 1 或 2，後續為 3,396 例的「追蹤癌 (Follow-up Cancer)」；而另外 259,690 次被歸類為 BI-RADS 4 或 5 的檢查，則確認了 15,370 例的「篩檢發現的乳癌」。不同 BI-RADS 初始分類路徑下，乳癌被偵測出來的數量分佈，突顯了篩檢數據處理和追蹤的重要性。此參數之精確設定，確保了模型能真實反映偽陽性個案所衍生之診斷成本^[21]。

隨著乳癌治療技術的進步，雖然臨床結果有所改善，但同時也帶來了巨大的財務負擔。加拿大研究使用數位乳房攝影進行乳癌篩檢的成本效益，透過模擬不同篩檢方案，分析乳房攝影對乳癌死亡率、生命年數 (LYs)、調整後生命年 (QALYs) 以及治療成本的影響。

研究顯示篩檢有效提升早期診斷率，降低晚期乳癌 (II、III、IV 期) 病例的比例，透過早期診斷降低了高昂的晚期治療成本；使用數位乳房攝影進行早期篩檢不僅能改善臨床結果，還能減少醫療系統的財務負擔，因此提高篩檢參與率及改進影像品質管理，將進一步提升成本效益，對於公共衛生政策和篩檢資源分配具有重要意義，建議未來進一步研究風險分層篩檢策略、輔助篩檢技術 (如乳房斷層攝影、磁共振造影)，以及乳癌初級預防措施 (如生活方式調整)^[22]。

第四節、研究目的與研究問題/ Research Purpose and Research Problems



一、研究目的 (Research Purpose)

本研究的目的在於評估與比較不同的乳癌篩檢起始與終止年齡策略，對公共衛生與經濟效益所造成的影響。透過模型模擬，探討擴大篩檢年齡範圍（下修至 40 歲、延長至 74 歲）相較於常規篩檢組（45~69 歲及 50~69 歲），在降低乳癌死亡率、減少晚期乳癌發生、增加過度診斷風險以及醫療總成本之間的權衡與差異，以找出最具成本效益（Cost-Effectiveness）的篩檢策略。因此，本研究目的在於：

（一）評估乳癌篩檢的經濟效益，建立乳癌篩檢經濟模型，為政策制定提供長期資源分配的實證依據。

（二）透過數據分析與經濟模型，支持乳癌篩檢政策優化，提升效率、降低死亡率與醫療成本，推動公共衛生策略改進。

二、研究問題 (Research Problems)

研究將針對擴大篩檢範圍與常規篩檢模式進行比較，將以往 45~69 歲，擴大篩檢年齡下修為 40 歲及延長篩檢年齡至 74 歲，並分析成本效益上的差異。依乳癌篩檢的開始與結束年齡範圍，使用決策樹模型來比較不同篩檢策略的效果，特別是擴大篩檢年齡範圍後的成本效益。決策樹分析有助於理解篩檢策略的長期效果，並在模型中包含「無篩檢」的對照組，如此對比篩檢與非篩檢的結果，觀察不同策略對健康結果的影響。

根據文獻回顧與研究假設，聚焦於以下研究問題：

（一）與無篩檢相比，常規篩檢（45~69 歲及 50~69 歲）是否能有效降低乳癌死亡率並提升成本效益？

（二）與常規篩檢相比，延伸篩檢起始年齡及終止年齡（40~74 歲）是否能進一步改善乳癌死亡率與生活品質調整壽命年數（QALYs），其額外成本是否仍在可接受的成本效益範圍內。

第二章 方法/ Chapter 2 Methods



第一節、研究方法 (Methods)

本研究目的在評估不同乳癌篩檢策略在台灣情境下的長期成本效益。為精確模擬乳癌的自然病程 (Natural History) 及篩檢介入後的疾病進程，本研究建構一決策樹結合馬可夫模型 (Decision Tree combined with Markov Model)。在分析觀點 (Perspective) 上，本研究採社會觀點 (Societal Perspective)。除納入全民健保支付之直接醫療成本 (篩檢、診斷、治療費用) 外，亦考量病患因就醫過程衍生之間接成本 (如交通往返時間與就醫等待時間之機會成本)，以更全面地評估篩檢政策對社會總體資源之消耗與效益。

一、研究工具

本研究以 TreeAge PRO 2022 決策分析軟體進行決策樹模型建構，採用健康經濟評估中的模型模擬 (Modeling) 方法，以決策樹 (Decision Tree) 結合馬可夫模型 (Markov Model) 進行成本效益分析，決策樹將用於模擬不同年齡策略下的篩檢路徑、馬可夫模型將用於模擬乳癌的自然病史 (Natural History)，包括無篩檢組、乳房攝影篩檢組等進行分析建構分析，決策樹以每跑一次為一年計算，本研究共計進行模擬 35 次，即進行 35 年篩檢參與的模擬 (從 40 歲開始模擬到 75 歲)。

二、模型架構 (Model Structure)

馬可夫模型將包含五個主要健康狀態：正常 (Normal)、臨床症前期 (Pre-clinical)、臨床期 (Clinical)、以及死亡 (Death)。為區分疾病進程，臨床症前期與臨床期將進一步根據淋巴結侵襲有無細分為：PCDP(-)、PCDP(+)、Clinical N(-)、Clinical N (+) 等狀態。

三、比較策略 (Comparators)

如研究決策模型架構圖 (圖 2-1、2-2) 所示，決策樹模型首先依據篩檢策略分為四個主要分支，隨後進入馬可夫模型進行長達 35 年之模擬：



情境一：常規篩檢組 1 (Regular Screen 1) (篩檢年齡 45~69 歲)：模擬針對 45~69 歲婦女提供每兩年一次乳房攝影篩檢之情境。

情境二：常規篩檢組 2 (Regular Screen 2) (篩檢年齡 50~69 歲)：模擬針對 50~69 歲主要好發族群進行篩檢之情境。

情境三：延伸篩檢組 (Extended Screen) (篩檢年齡 40~74 歲)：模擬篩檢起始年齡延伸至 40 歲 (涵蓋早發性乳癌風險)、終止年齡延伸至 74 歲 (因應高齡化社會) 之情境。

情境四：無篩檢組 (No Screen) (對照組)：模擬在自然病程下，婦女由健康狀態進展至罹病、確診及死亡的過程。

第二節、關鍵評估指標 (Outcomes)

本研究將比較四組情境在以下指標的差異：乳癌死亡率下降、晚期乳癌比例、總成本 (Total Costs) 以及 QALYs。

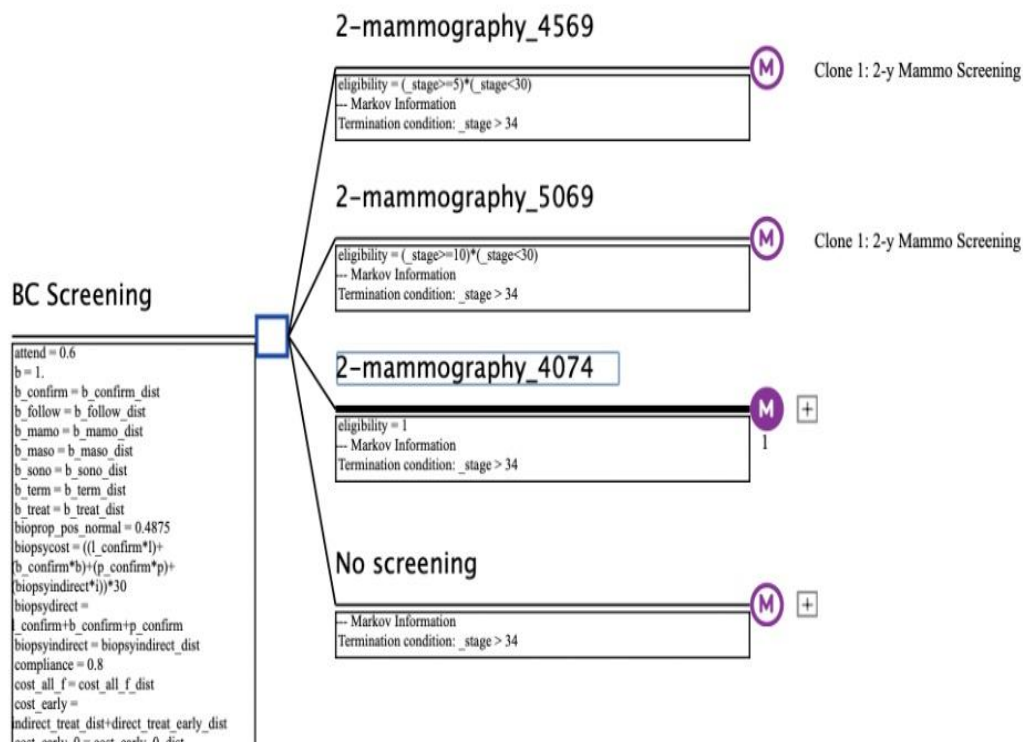


圖 2-1：研究決策模型架構圖

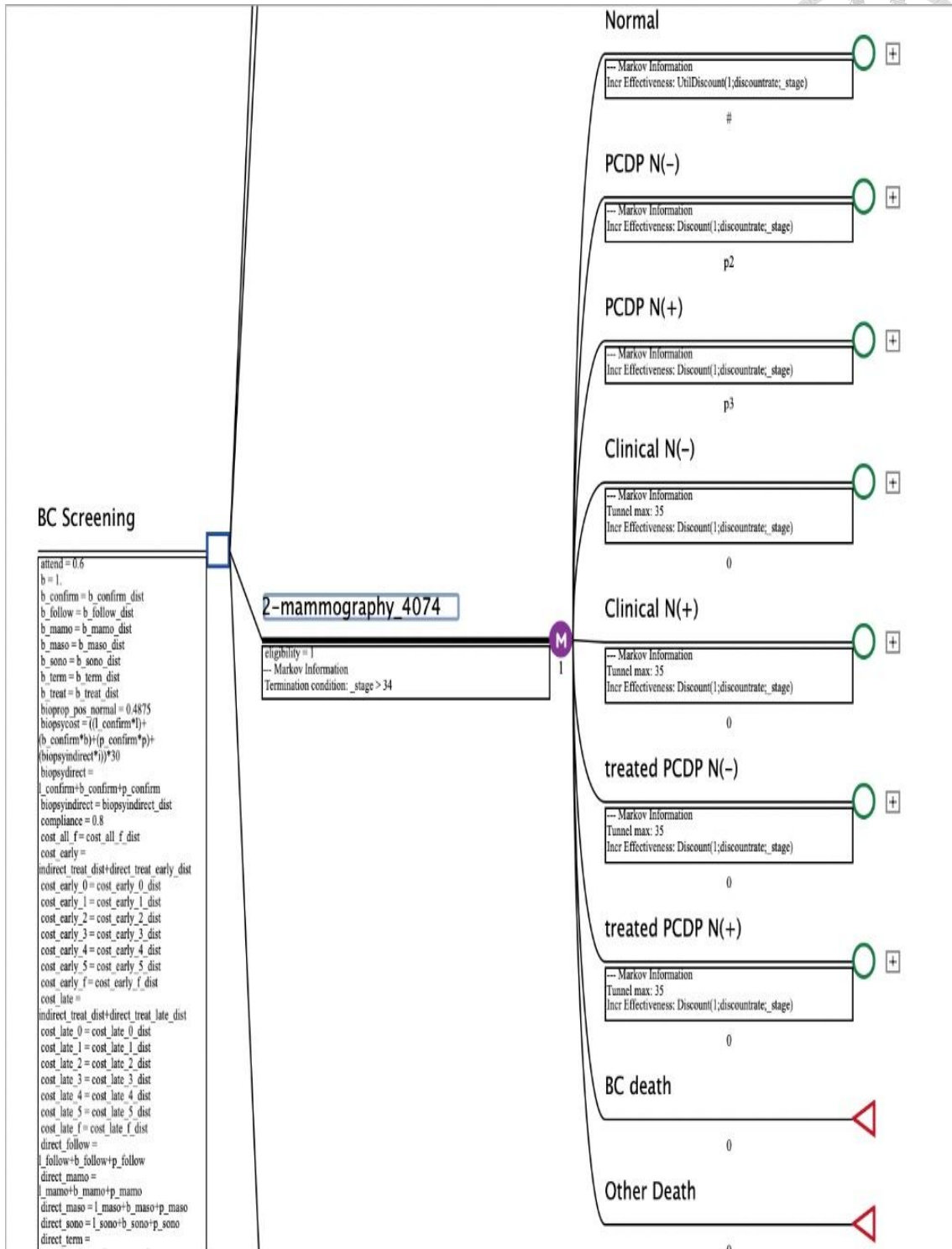


圖 2-2：研究決策模型架構圖



第三節、疾病自然史模式

一、五個階段的馬可夫鏈 (Markov Chain Model) 模式

本研究採用的五個階段的馬可夫鏈 (Markov Chain Model) 模式進行評估，馬可夫模型 (Markov model) 為基礎的數學模擬方法，用來描述乳癌 (Breast Cancer) 從健康到疾病各階段之間的自然發展歷程 (Natural History)，模型為互斥之健康狀態 (Health States)，主要狀態定義如下：正常 (Normal)：無乳癌且無症狀、臨床症前期 (PCDP)：癌症已發生且可被篩檢偵測，但尚未出現臨床症狀、臨床期 (Clinical Cancer)：因出現症狀而確診之狀態，通常期別較晚，治療成本較高、已治療 (Treated State)：經治療後之存活狀態，區分為早期發現治療與晚期治療、死亡 (Death)：分為「乳癌相關死亡 (BC Death)」與「其他原因死亡 (Other Death)」，另外包括臨床症前期至死亡及臨床期至死亡等兩階段；除此之外，再以淋巴結侵襲有無進行臨床症前期及臨床期細分，分別為 PCDP (-)、PCDP (+)、clinical N (-) 及 clinical N (+)、死亡 (Death)。

二、轉移矩陣 (Transition Matrix)

在轉移矩陣 (Transition Matrix) 部分，馬可夫模型以轉移機率矩陣 P 描述各狀態在單位時間 (如一年) 內的變化機率，其中每個 P_{ij} 代表「從狀態 i 到狀態 j 」的轉移機率，所有行的加總為 1，轉移矩陣之狀態依序列：1 Normal、2 Preclinical (-)、3 Preclinical (+)、4 Clinical (-)、5 Clinical (+)、6 Breast-cancer death、7 Other death。

從健康到疾病各階段之間的自然發展歷程 (natural history)，包括正常、臨床症前期、臨床期等，另外包括臨床症前期至死亡及臨床期至死亡等兩階段；除此之外，再以淋巴結侵襲有無進行臨床症前期及臨床期細分，分別為 PCDP (-)、PCDP (+)、clinical N (-) 及 clinical N (+)、死亡 (Death)。

以我國癌症登記年報統計算出年發生率作為由正常狀態進展至臨床症前期之轉移機率 λ_1 ，依受試者年齡層進行分層分析，以估計由健康狀態轉換至後續狀態 (1→2) 的年度轉移率 (λ_1)。於 40~44 歲族群中，其對應之年度轉移率為 0.0015903；而 45~49 歲受試者的轉移率略高，達 0.0025312。在 50~69 歲族群中， λ_1 為 0.0024160，



顯示此年齡層的健康狀態變化速度較中年早期略為升高。至於年齡較高之 70~74 歲組別，其年度轉移率為 0.0019240，較 50~69 歲組略低（如表 2-1），其他各階段乳癌轉移機率則參考陳秀熙等人之發表著作，各階段轉移機率分別為 $\lambda_2 \approx 0.24550$ 、 $\lambda_3 \approx 0.17090$ 、 $\lambda_4 \approx 0.38510$ 、 $\lambda_5 \approx 0.007995$ 及 $\lambda_6 \approx 0.035761$ 。

$$P_1 = \frac{P_{11}(40)}{P_{11}(40) + P_{12}(40) + P_{13}(40)}$$

$$P_2 = \frac{P_{12}(40)}{P_{11}(40) + P_{12}(40) + P_{13}(40)}$$

$$P_3 = \frac{P_{13}(40)}{P_{11}(40) + P_{12}(40) + P_{13}(40)}$$

表 2-1：不同年齡層乳癌自然史模型中之年發生率參數

年齡層	對應機率組	λ_1 (1→2, /年)
40~44	p11b~p16b	0.0015903
45~49	p11c~p16c	0.0025312
50~69	p11a~p16a	0.002416
70~74	p11~p16	0.001924

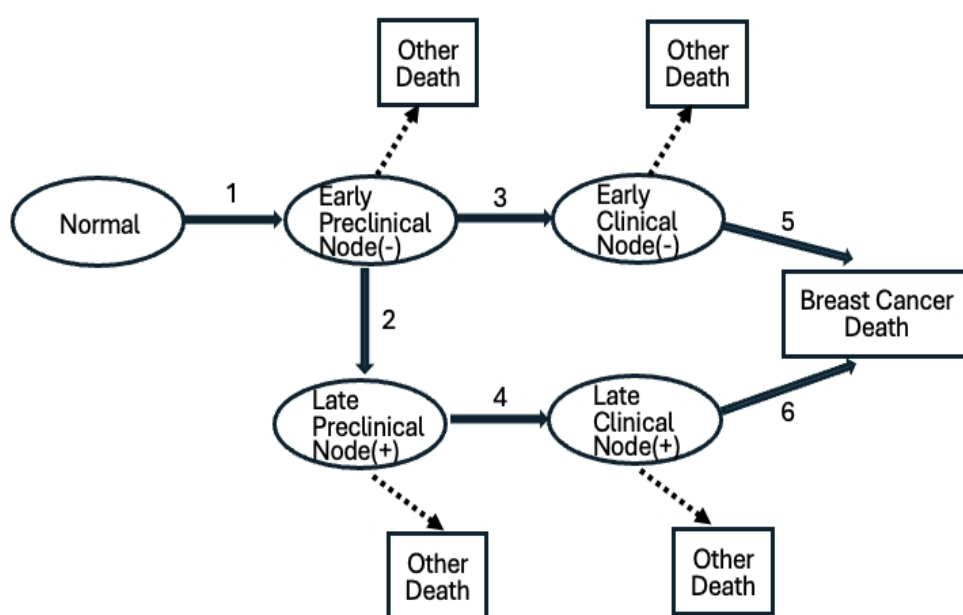


圖2-3：乳癌自然病程之馬可夫模型



第四節、參數彙整表

本研究各項參數來源包含國內外相關文獻資料、臨床專家意見，以及篩檢資料庫之統計估算，使模型輸入資訊更具完整性與實證基礎，本研究於成本效益分析模型中所採用之參數，主要可分為檢驗工具效能、醫療成本、間接成本、臨床流程機率以及政策與行為等五大類別，涵蓋篩檢流程及疾病進展之重要構面。在檢驗效能部分，以乳房攝影為檢查工具之敏感度與特異度，並以 Beta 分布呈現其機率參數，反映不同研究族群與檢查條件下可能產生之統計不確定性。

另一方面，涉及醫療支出的相關參數，包括早期與晚期乳癌於不同治療年度的直接醫療成本，以及治療或檢查過程所需耗費之時間成本，皆採三角分布 (Triangular) 描述其最小值、基準值與最、大值，並統一以新台幣 (New Taiwan Dollar, NTD) 為成本衡量單位，以利模型計算與成本比較的一致性。在臨床流程參數方面，確診流程、追蹤評估以及治療階段之轉移機率及治療順從性，構成決策樹與馬可夫模型推演疾病轉移與預後的重要基礎。部分參數亦納入單變項敏感度分析，以評估模型輸出結果在參數變動下之穩定性與敏感性。

此外，折現率則依健康科技評估 (HTA) 國際建議進行設定為 3%，以符合成本效益分析的標準化方法。本研究所有參數的基案值 (Base-case Values)、參數範圍 (Ranges) 及機率分布型態 (Distributions) 均已系統性整理並呈列於 (如表 2-2)，作為後續模型分析的重要依據。



表 2-2：模型參數基案值、範圍與機率分佈彙整表

參數類別與名稱 (Category & Parameter)	變數代碼 (Variable)	基案值 (Base Case)	分佈型態與參數 (Distribution & Parameters) [Min, Mode, Max] or (α, β)	說明 (Description)
A. 篩檢工具效能 (Screening Performance)				
乳房攝影敏感度	Sen_m	0.714	Beta ($\alpha=85.0, \beta=34.0$)	依據臨床數據擬合
乳房攝影特異度	Spe_m	0.988	Beta ($\alpha=987.9, \beta=12.1$)	依據臨床數據擬合
超音波敏感度	Sen_s	0.896	Beta ($\alpha=89.6, \beta=10.4$)	輔助篩檢工具敏感度
年齡別敏感度參數(1)	sen1	0.617	Beta ($\alpha=633, \beta=393$)	年輕族群或緻密乳房適用
年齡別敏感度參數(2)	sen2	0.734	Beta ($\alpha=900, \beta=326$)	年長族群適用
B. 醫療成本參數 (Medical Costs, NTD)				
早期乳癌治療-第 0 年	cost_early_0	174,147	Triangular [41,026; 174,147; 482,265]	初次確診與治療費用
早期乳癌治療-第 1 年	cost_early_1	17,805	Triangular [4,917; 17,805; 123,167]	後續追蹤照護
早期乳癌治療-第 2 年	cost_early_2	14,898	Triangular [3,469; 14,898; 81,840]	
早期乳癌治療-第 3 年	cost_early_3	12,891	Triangular [2,351; 12,891; 75,040]	
早期乳癌治療-第 4 年	cost_early_4	11,506	Triangular [1,869; 11,506; 65,237]	
早期乳癌治療-第 5 年	cost_early_5	8,186	Triangular [1,028; 8,186; 53,343]	
晚期乳癌治療-第 0 年	cost_late_0	429,143	Triangular [54,733; 429,143; 1,114,415]	晚期確診高額治療費
晚期乳癌治療-第 1 年	cost_late_1	52,129	Triangular [8,628; 52,129; 681,222]	
晚期乳癌末期照護	cost_late_f	464,964	Triangular [6,723; 464,964; 1,273,289]	臨終照護成本
一般治療成本	treatcost	27,000	Triangular [3,556; 27,000; 47,000]	其他相關治療處置費
C. 間接成本參數 (Indirect Costs, Time Costs)				
確診過程時間成本	b_confirm	87	Triangular [69; 87; 104]	單位：分鐘/成本係數
追蹤過程時間成本	b_follow	513	Triangular [411; 513; 616]	
治療過程時間成本	b_treat	6,662	Triangular [5,329; 6,662; 7,994]	
切片檢查間接成本	biopsyindirect	110	Triangular [88; 110; 132]	
D. 臨床流程機率 (Clinical Probabilities)				
確診機率參數	p_confirm	47.06	Triangular [37.65; 47.06; 56.47]	陽性個案確診機率相關參數
追蹤機率參數	p_follow	86.62	Triangular [69.29; 86.62; 103.94]	
治療機率參數	p_treat	666.18	Triangular [532.94; 666.18; 799.41]	
E. 政策與行為參數 (Policy & Behavior)				
篩檢參與率	attend	0.6	Range: 0.4 - 0.8	單變項敏感度分析使用
確診順從率	compliance	0.8	Range: 0.7 - 0.9	單變項敏感度分析使用
折現率	discount rate	0.03	--	依據 HTA 指引設定



第五節、成本效益分析

本研究所建置之模型參數涵蓋乳癌發生率（依年齡別分層）、篩檢工具之敏感度及特異度、疾病不同分期所需之醫療成本、存活率以及生活品質調整生命年（Quality-Adjusted Life Years, QALYs）之權重，作為評估乳癌篩檢策略之基礎。上述參數之納入目的在完整反映疾病自然史、臨床照護流程與個體健康效益，使模型能真實呈現篩檢介入後的長期健康結果與成本變化。

在經濟評估方法方面，主要採用成本效益分析（Cost-effectiveness Analysis）評估乳房攝影作為篩檢工具之臨床效益與經濟價值，並以成本效果（Cost-effectiveness）、成本效益（Cost-benefit）及付費意願（Willingness-to-pay, WTP）等指標進行比較。此外，亦建構成本效用分析（Cost-utility Analysis, CUA）模型，以增量成本效益比（Incremental Cost-effectiveness Ratio, ICER）及增量成本效用比（Incremental Cost-utility Ratio, ICUR）作為核心評估指標，並利用機率性敏感度分析及其接受曲線（Cost-effectiveness Acceptability Curve, CEAC）展示策略在不同社會可接受成本門檻下的機率分布。

一、成本

本研究成本包括直接成本及間接成本等兩大項。直接成本包括與篩檢有關之成本（含診斷費用）、行政成本及相關治療成本等，並依此給付者的不同則將此直接成本區分為三種，包括當地政府（Local Government）、衛生福利部中央健康保險署（National Health Insurance Administration, Ministry of Health and Welfare）及民眾自付款（Out-of-pocket）等三種，各項給付項目則依據健保署最新 2025 年所公佈之支付點數為主。間接成本方面則包括因篩檢活動或就醫確診等工作生產時間損失等。

二、折現率（discount Rate）

本研究以 3.00% 作為未來成本及人年折算目前金額之換算率。

三、成本效果分析

每一種篩檢方式皆進行成本及效果計算，且分別以無接受篩檢組為基準進行成果效果比計算。每項篩檢策略的效果和不篩檢的效果部分，將之轉換為平均餘命



的多寡；成本的部分包含直接及間接成本，採用每年 3% 的折現率，將乳癌篩檢未來的成本轉換為現值，並用增加成本效果比的方法 (Incremental Cost-Effectiveness Ratio)，將不同的乳癌篩檢方案做成本效果的比較。增加成本效果比是一種成本差 ΔC 與效益差 ΔE 的比值，可反應每多增加一個效果的邊際成本。

當某一策略的成本效果落在第二象限時，即表示此策略居絕對劣勢 (Dominated)，落在第四象限，則反之 (Dominant)。當落在一、三象限時，可透過延展性優勢的原理 (Extended Dominance)，比較篩檢策略的成本效果和效果界線 (Efficacy Frontier) 的關係。

第六節、敏感度分析

本研究利用不固定值進行相關經濟分析，採用重覆變動基本參數設定值之不確定值變動時所產生的成本效果變化進行分析，其中變動值包括參加率、順從率、篩檢完成率、直接成本及間接成本及疾病相關預後因子等等 (包括期別、疾病病程發現比例及存活率等等)。每一變動參數皆於一定範圍內計算其成本效果比。

確定性 (Deterministic) 敏感度分析：由於成本效果分析中所採用的參數有其不確定性，傳統上，我們使用敏感度分析的方法將某些參數值在合理範圍內調整，以評估參數改變對結果的影響。由於只能進行單向或雙向的敏感度分析，因此無法滿足醫療決策內多樣變項的不確定性，因此有其先天的限制。

而機率性 (Probabilistic) 的敏感度分析的方法優點在於可結合眾多參數間的不確定性，並估計整體篩檢成本效果的範圍。這些不確定性，其來源主要來自個體本身及個體間的差異—此為第一級的不確定性 (First Order Uncertainty)，其次則為參數的不確定性—此為第二級的不確定性 (Second Order Uncertainty)。

另外，利用蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 的方法對假想世代做模擬，並將決策模式內的參數予以機率性分布，在重複抽取世代樣本的過程裏，依據大樣本理論，樣本間的差異是隨機的，因此可克服個體間的差異。而參數在抽樣的過程也是在機率性分布的情況下隨機取得，因此可克服第二級的不確定性，以蒙地卡羅模擬的方法，對 100 人假想世代做模擬，以求得最佳的篩檢策略、篩檢間隔及篩檢起始時間。

第三章 結果/ Chapter 3 Results



第一節、台灣乳癌篩檢現況分析：臨床特徵與特異度

在進行模型模擬前，本研究首先分析 2024、2025 年台灣乳癌篩檢之實證數據（如表 3-1、表 3-2），以釐清臨床特徵對模型參數之影響。分析顯示，40~44 歲年輕族群呈現「高陽性率、低偵測率」之特徵。其篩檢陽性率高達 10.7%、12.4%，但癌症偵測率僅約 3.4%、4.4%。此現象反映了亞洲年輕女性普遍具有緻密型乳房（Dense Breast）之生理特徵，導致乳房攝影判讀受到干擾，特異度（Specificity）下降至 0.896。這導致約有 10% 的健康婦女面臨偽陽性風險，需接受額外的超音波或切片複檢。依據此實證數據，在模型中對年輕族群設定較低之特異度參數，以如實反映該年齡層之篩檢成本負擔。

表 3-1：2025 年 1~6 月台灣各年齡層乳癌篩檢陽性率、偵測率與特異度參數推估

年齡別	目標人口數	篩檢人數	篩檢率(%)	陽性個案數	陽性率(%)	轉介完成數	轉介完成率(%)	確診乳癌數	陽性預測值(%)	偵測率(%)
40~44 歲	1,004,823	149,540	14.9	16,037	10.7	14,693	91.6	505	3.4	3.4
45~49 歲	981,589	159,462	16.2	15,921	10	14,669	92.1	730	5	4.6
50~54 歲	899,999	113,068	12.6	9,277	8.2	8,458	91.2	504	6	4.5
55~59 歲	909,232	111,559	12.3	7,276	6.5	6,663	91.6	528	7.9	4.7
60~64 歲	911,033	110,007	12.1	6,355	5.8	5,803	91.3	561	9.7	5.1
65~70 歲	972,221	123,563	12.7	6,906	5.6	6,249	90.5	655	10.5	5.3
71~75 歲	619,388	68,083	11	4,085	6	3,600	88.1	500	13.9	7.3
總計	6,298,285	835,282	13	65,857	8	60,135	91.3	3,983	6.6	4.8

註：2025 年 1~6 月，追縱至 9 月（資料備份日期：2025.09.11）

表 3-2：2024 年 1~6 月台灣各年齡層乳癌篩檢陽性率、偵測率與特異度參數推估

年齡別	目標人口數	篩檢人數	篩檢率 (%)	陽性個案數	陽性率 (%)	轉介完成數	轉介完成率 (%)	確診乳癌數	陽性預測值 (%)	偵測率 (%)
40~44 歲	30,395	4,111	13.5	508	12.4	473	93.1	18	3.8	4.4
45~49 歲	947,957	148,740	15.7	15,500	10.4	14,188	91.5	678	4.8	4.6
50~54 歲	905,502	119,296	13.2	10,265	8.6	9,325	90.8	557	6	4.7
55~59 歲	911,976	118,773	13	8,189	6.9	7,489	91.5	564	7.5	4.7
60~64 歲	903,907	120,682	13.4	7,343	6.1	6,690	91.1	599	9	5
65~70 歲	938,808	128,251	13.7	7,470	5.8	6,747	90.3	734	10.9	5.7
總計	4,638,545	639,853	13.8	49,275	7.7	44,912	91.1	3,150	7	4.9

註：2024 年 1~6 月，追縱至 9 月（資料備份日期：2024.09.05）

第二節、成本效益與支配性分析 (Dominance Analysis)

本研究將各策略之預期終身成本與健康效益 (QALYs) 繪製於成本效益平面，並進行嚴謹的經濟學支配性分析 (Dominance Analysis)。

一、乳癌篩檢策略增量成本效果

各乳房攝影篩檢策略相對於不篩檢策略之增量成本與增量健康效果 (如圖 3-1 所示)，健康效果以品質調整後存活年 (Quality-adjusted Life-years, QALYs) 表示。橫軸代表增量效果 (Δ QALYs)，縱軸代表增量成本 (新台幣, NTD)。虛線表示社會願付價格 (Willingness-to-pay, WTP) 門檻，設定為每 QALY 新台幣 1,019,490 元 (約台灣人均國內生產毛額之一倍)。位於 WTP 斜線下方之策略，其增量成本效果比 (Incremental Cost-effectiveness Ratio, ICER) 低於該門檻，視為具有成本效益。結果顯示，在此 WTP 門檻下，40~74 歲婦女每兩年一次乳房攝影篩檢策略位於成本效果可接受區域內，且相較於其他篩檢年齡層策略，具有較高的健康效果增益。

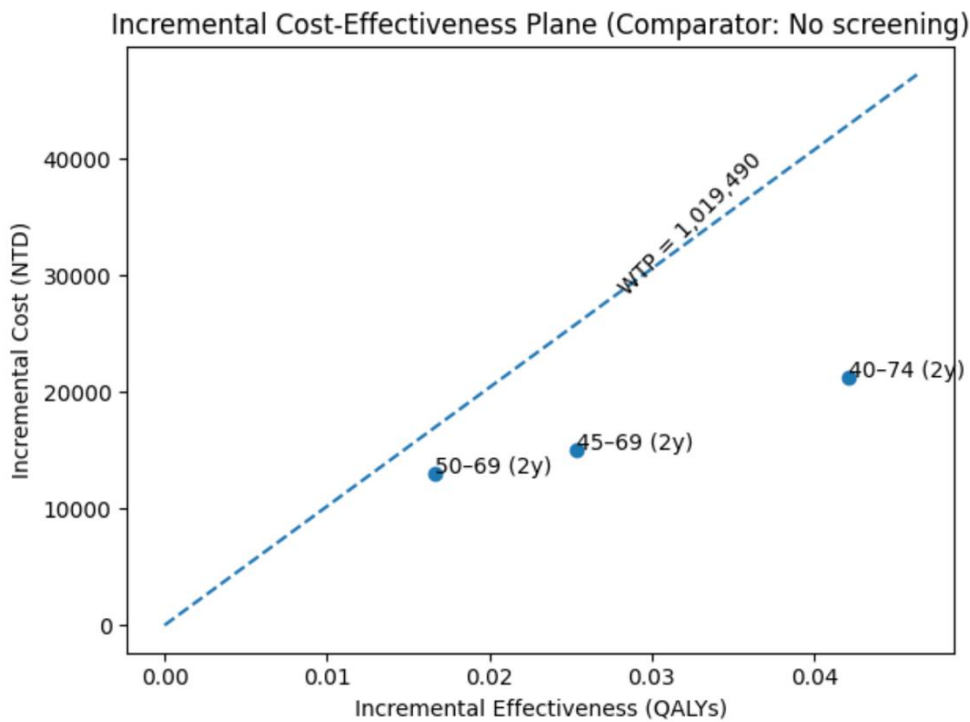


圖 3-1：以淨貨幣效益架構呈現之乳癌篩檢策略增量成本效果平面圖

二、增量成本效益比 (ICER)

根據本研究之成本效益分析結果(如表 3-3)，在排除支配策略後，無篩檢策略呈現最低成本，其平均成本約為新台幣 55,622，對應效益為 20.25 QALYs。相較之下，2 年 1 次乳房攝影(40~74 歲)雖增加約 21,315 的成本，但可額外提升約 0.042 QALYs。全面納入所有策略時，部分 2 年 1 次乳房攝影情境(如 45~69 歲與 50~69 歲)因屬於擴展性支配，其成本效益較差而不被列為最佳策略；而 2 年 1 次乳房攝影(40~74 歲)則仍維持為非支配策略，顯示其在成本與效益間具有較佳平衡。綜合而言，在可接受之付費意願門檻下，2 年 1 次乳房攝影(40~74 歲)具有政策採行可行性，為本研究建議之潛在有效策略。

相較於無篩檢組，採行「40~74 歲擴大篩檢策略」之 ICER 為 505,945/QALY。此數值遠低於世界衛生組織(WHO)建議之一倍人均 GDP(台灣約新台幣 100 萬)門檻。這證實了即便考量年輕族群偽陽性較高之成本，擴大篩檢所帶來的長期存活效益(Life Years Gained)仍足以使其成為具成本效益之優勢策略。

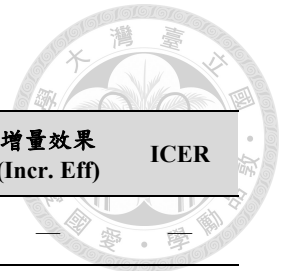


表 3-3：篩檢策略之成本效益與支配性分析結果

類別	支配性	篩檢策略	成本 (Cost)	增量成本 (Incr. Cost)	效果 (Eff)	增量效果 (Incr. Eff)	ICER
排除支配策略	非支配	無篩檢	55,621.73	—	20.2519	—	—
排除支配策略	非支配	乳房攝影(4074)	76,936.35	21,314.62	20.294	0.04213	505,945.02
全部策略	非支配	無篩檢	55,621.73	—	20.2519	—	—
全部策略	擴展性支配	乳房攝影(5069)	68,598.27	12,976.54	20.2686	0.0167	777,134.75
全部策略	擴展性支配	乳房攝影(4569)	70,664.39	2,066.12	20.2773	0.00866	238,533.10
全部策略	非支配	乳房攝影(4074)	76,936.35	21,314.62	20.294	0.04213	505,945.02

註：1. 本表比較不同乳房攝影篩檢起始年齡及終止年齡策略之成本 (Cost)、效果 (Effectiveness) 與增量成本效益結果。

2. 非支配 (undominated) 策略表示策略具較佳成本效益；擴展性支配 (extended dominated) 策略則因成本效益較差而被排除於最佳策略組合之外。
3. ICER (Incremental Cost-Effectiveness Ratio) 為相較於次佳策略之增量成本效益比。
4. 2 年 1 次乳房攝影策略中的數字 (如 4074、4569) 代表不同風險族群或年齡係數設定之模型情境。

三、不同策略之乳房攝影成本與健康效益比較

根據 (表 3-4) 所示，不同乳房攝影篩檢策略在成本與健康效益 (QALYs) 之間呈現明顯差異。「無篩檢」策略的總成本最低 (55,622 NTD)，但其健康效益亦為四種策略中最低 (20.2519 QALYs)，顯示在疾病負擔減少與健康獲益方面的效果有限。相較之下，三種乳房攝影策略皆在健康效益上優於無篩檢，其中以 40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_4074) 效益最高 (20.2940 QALYs)，增量效果 (0.0421 QALYs) 亦最大，顯示其在早期偵測乳癌與延長健康生命年方面最具成效。

在成本效益比較方面，40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_4074) 的增量成本效益比 (ICER = 505,945 NTD/QALY) 為三項篩檢策略中最低，代表其以相對較低的額外成本即可換取較高的健康效益。雖然 45~69 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_4569) 之健康效益 (20.277266 QALYs) 略高於 50~69 歲模式，但其 ICER (593,172 NTD/QALY) 仍高於 40~74 歲模式，顯示成本效益相對不佳。至於 50~69 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_5069)，其 ICER 值最高 (777,135 NTD/QALY)，代表需付出更多成本才能取得有限的健康改善，為三種策略中相較成效最不具經濟效率者。

綜合分析結果可見，乳房攝影雖皆能較無篩檢情境提供額外健康效益，但不同參數設定下的策略仍存在成本效益上的差異。其中 40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_4074) 於成本、效益與 ICER 三項指標上皆呈現最具優勢，為本研究中相對較具成本效益的篩檢策略，顯示其具有作為政策選項之潛在可行性。

表 3-4：不同乳房攝影篩檢策略之成本效益分析結果

篩檢策略 (Strategy)	成本 Cost (NTD)	增量成本 Incr. Cost	健康效益 Eff (QALYs)	增量效益 Incr. Eff	增量成本效益比 ICER
無篩檢 (No screening)	55,622	—	20.2519	—	—
2-mammography_5069	68,598	12,977	20.2686	0.0167	777,135
2-mammography_4569	70,664	15,043	20.277266	0.0254	593,172
2-mammography_4074	76,936	21,315	20.2940	0.0421	505,945

註：1. 本表比較「無篩檢」與三種乳房攝影策略之成本 (Cost)、健康效益 (Eff) 與增量成本效益 (ICER)。

2. 健康效益以 QALYs (Quality-Adjusted Life Years) 衡量；成本以新台幣 (NTD) 計算。

3. 增量成本 (Incr. Cost) 與增量效益 (Incr. Eff) 係以「無篩檢」策略為比較基準。

4. ICER (Incremental Cost-Effectiveness Ratio) 表示每增加 1 QALY 所需的額外成本。

5. 2-mammography_4074 具有最高的健康效益與較佳的 ICER 值，其成本效益上相對優於其他策略。

6. 2-mammography_4569 雖有較高的健康效益 (20.277266 QALYs)，但其 ICER 值高於 4074，反映其成本效益相對較弱。

7. 2-mammography_5069 的 ICER 值最高，顯示為較不具成本效益之策略。

第三節、敏感度分析 (Sensitivity Analysis)

一、篩檢參與率與政策穩健性

針對篩檢參與率 (Attendance Rate) 進行 40% 至 80% 之情境測試。(如表 3-5) 不同篩檢參與率之成本效益分析結果可見，隨篩檢參與率從 0.4 提升至 0.8，各乳房攝影策略在族群健康效益上均呈現正向變化。於所有情境中，「無篩檢」策略雖維持最低的醫療成本，但其所提供之健康效益亦最低，在公共衛生角度上難以達成疾病早期偵測與減少死亡的目標。相較之下，2 年 1 次乳房攝影之三種模型設定皆能提供較高的健康效益，而其中以 40~74 歲情境之成本效益表現最為穩定，無論參與率高低皆屬於非支配 (Undominated) 策略，顯示此策略在不同覆蓋率下均具備良好的效率性，且有助於提升整體族群健康水準。



進一步分析可發現，隨參與率上升，各篩檢策略之 QALYs 皆有逐步增加的趨勢，顯示提高民眾參與率對族群健康效益具有正向影響，而此影響在 40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影 (2-mammography_4074) 策略中特別顯著。然而，45~69 歲與 50~69 歲 兩策略在所有參與率情境中皆呈現擴展性支配 (Extended Dominated)，代表其相對於其他策略的成本效益較低，若作為政策方案可能造成醫療資源使用效率降低。結果顯示，ICER 雖隨參與率波動，但始終維持在 50~53 萬 NTD/QALY 之區間內，且策略排序未變。這表明政策效益具有高度穩健性，即使在推廣初期參與率不如預期，該政策仍具經濟價值。

整體而言，從公衛政策規劃觀點出發，若能提升篩檢參與率並導入具成本效益之 40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影策略，不僅可改善族群層級的乳癌早期診斷率，亦可提升整體健康效益並兼顧醫療資源之有效配置，對推動乳癌篩檢政策具重要參考價值。

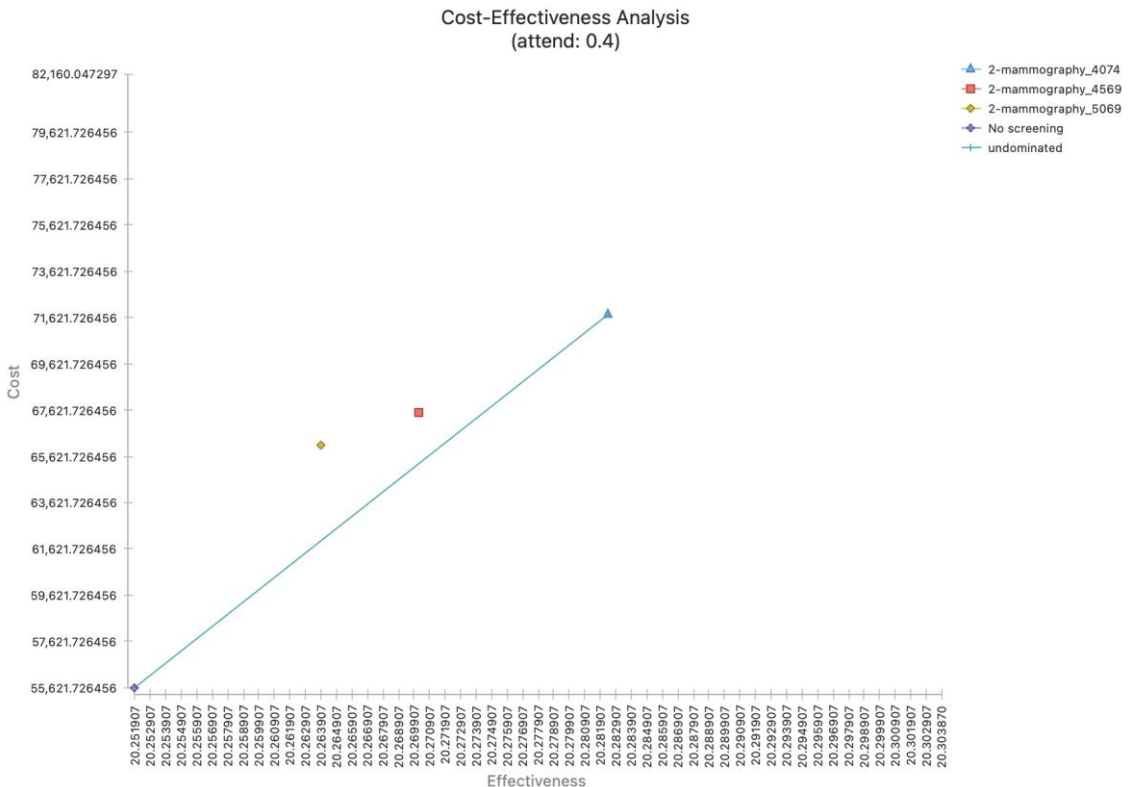


圖 3-2：篩檢參與率敏感度分析圖 (40%)

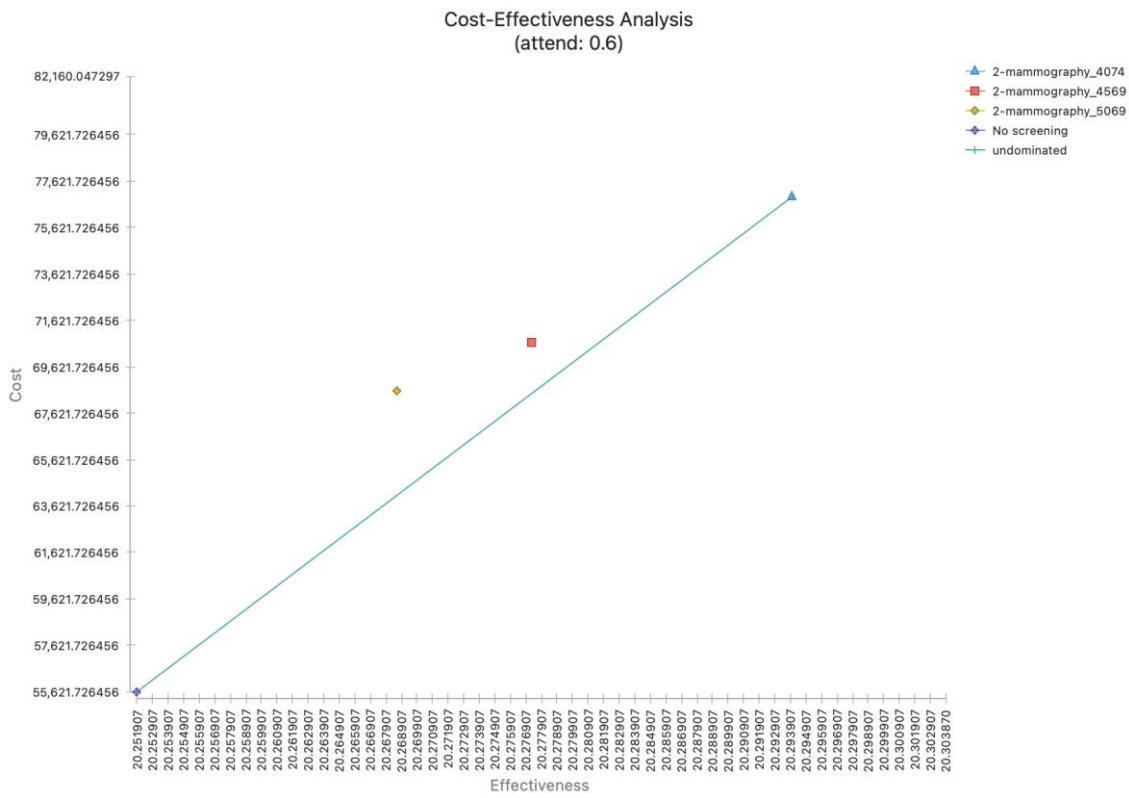
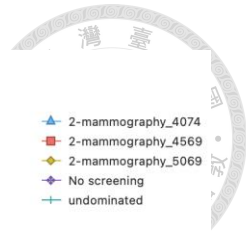


圖 3-3：篩檢參與率敏感度分析圖（60%）

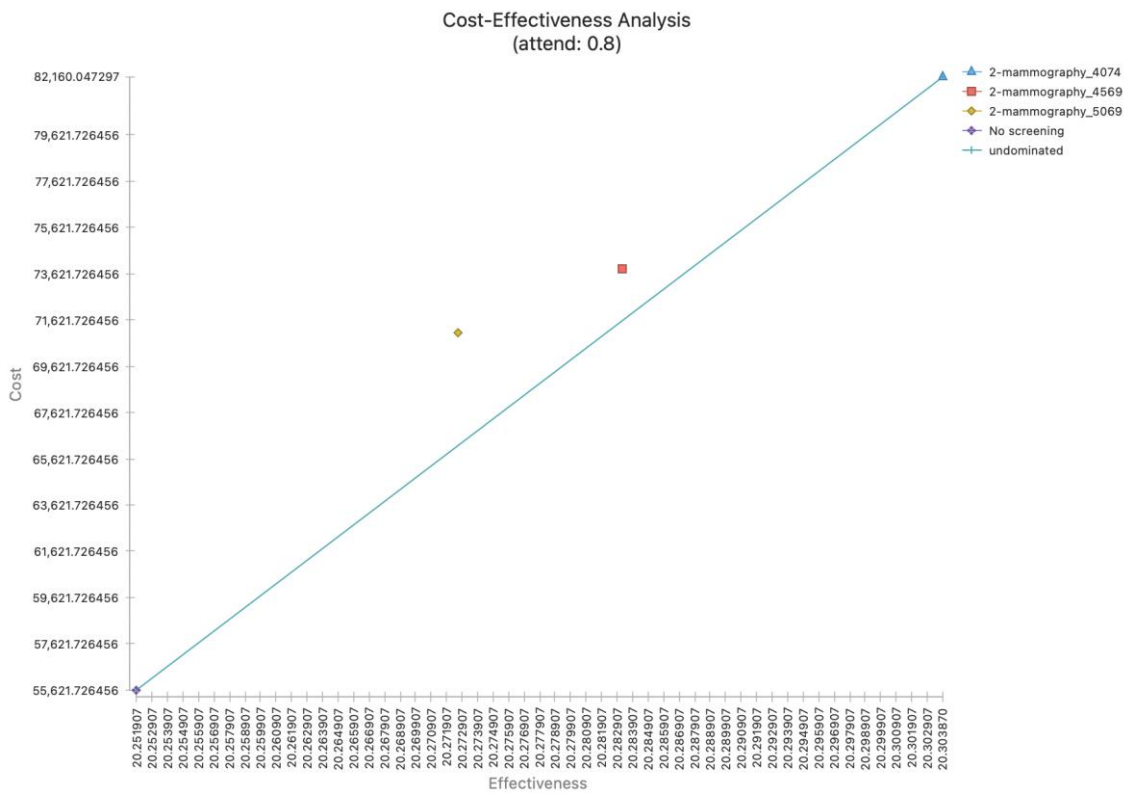


圖 3-4：篩檢參與率敏感度分析圖（80%）

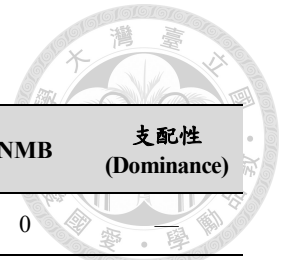


表 3-5：不同篩檢參與率下之成本效益分析結果

參與率 (Attend)	篩檢策略 (Strategy)	成本(Cost)	增量成本 (Incr. Cost)	效果 (Eff)	增量效果 (Incr. Eff)	ICER	NMB	支配性 (Dominance)
0	無篩檢	55,621.73	0	20.2519	0	0	0	—
0.4	乳房攝影 (5069)	66,123.83	10,502.1	20.2639	0.011999	875,241.04	1,730.76	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	67,494.96	1,371.13	20.2702	0.006304	217,508.23	5,055.73	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	71,720.68	16,098.96	20.2824	0.030503	527,781.71	14,998.54	非支配
0.5	乳房攝影 (5069)	67,359.18	11,737.46	20.2663	0.01444	81,2847.85	2,983.98	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	69,076.67	1,717.48	20.2739	0.007537	227,883.06	5,966.42	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	74,328.89	18,707.16	20.2885	0.036564	511,625.96	18,569.47	非支配
0.6	乳房攝影 (5069)	68,598.27	12,976.54	20.2686	0.016698	777,134.75	4,046.90	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	70,664.39	2,066.12	20.2773	0.008662	238,533.1	6,764.70	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	76,936.35	21,314.62	20.294	0.042128	505,945.02	21,634.45	非支配
0.7	乳房攝影 (5069)	69,841.99	14,220.27	20.2707	0.01879	756,809.4	4,935.95	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	72,259.29	2,417.3	20.2804	0.009691	249,446.38	7,462.58	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	79,545.97	23,924.24	20.2992	0.047246	506,372.1	24,242.58	非支配
0.8	乳房攝影 (5069)	71,091.1	15,469.37	20.2726	0.02073	746,218.71	5,664.66	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	73,862.26	2,771.17	20.2833	0.010633	260,611.76	8,069.07	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	82,160.05	26,538.32	20.3039	0.051963	510,717.28	26,437.44	非支配

- 註：1. 參與率 (Attend) 代表不同乳癌篩檢參與程度 (0.4~0.8)，用以模擬制度推廣程度對成本效益的影響。
2. 成本 (Cost) 與增量成本 (Incr. Cost) 以新台幣 (NTD) 計算；效果 (Eff) 與增量效果 (Incr. Eff) 以 QALYs (Quality-adjusted Life Years) 表示。
3. ICER (Incremental Cost-Effectiveness Ratio) 為策略相較於次佳策略之增量成本效益比。
4. NMB (Net Monetary Benefit) 依設定的付費意願門檻 (WTP) 計算，用於比較策略之總體淨效益。
5. C/E (Cost per Effectiveness) 表示每單位健康效益所需之成本。
6. 擴展性支配 (Extended dominated)：代表策略雖不完全劣於所有選項，但存在其他策略更具成本效益，因此不被列入有效策略組合。
7. 非支配 (Undominated) 策略為具成本效益優勢者，顯示其可能為政策採行之較佳選擇。
8. 各參與率下均呈現相同趨勢：2 年 1 次乳房攝影 (4074) 持續為非支配策略，顯示其在不同篩檢參與情境中皆具穩定之成本效益表現。



二、確診順從率與資源配置效率

本研究發現「確診順從率 (Compliance)」是影響結果的關鍵變項，(如圖 3-5 至 3-7 所示)。根據分析結果可見，在不同順從率 (Compliance 0.7、0.8、0.9) 情境下，各乳房攝影篩檢策略呈現相當一致的成本效益走向。

首先，「無篩檢」策略在各情境中皆具有最低的醫療成本(約新台幣 55,622)，但同時其健康效益亦最低(約 20.25 QALYs)，顯示在族群層級上難以有效降低乳癌疾病負擔或促進早期診斷率。相較之下，乳房攝影篩檢策略均能帶來更高的 QALYs，反映出篩檢計畫在疾病早期偵測上的實質效益。然而，不同模型設定與不同確診順從率會影響其成本與效益幅度，進而形成策略間的效率差異。

在三組確診順從率下，2 年 1 次乳房攝影的 40~74 歲模型皆被判定為非支配 (Undominated)，其增量效果 (Incr. Eff) 約介於 0.038 至 0.046 QALYs，顯示其在提升健康效益方面最具代表性。相較於 45~69 歲與 50~69 歲模型，40~74 歲策略能以相對可接受的增量成本換取更大的健康改善幅度，呈現出穩定且明顯的成本效益優勢。反觀 45~69 歲與 50~69 歲策略則在所有順從率下皆屬擴展性支配 (Extended Dominated)，表示其成本較高且所帶來的健康效益有限，若採用此策略可能造成醫療資源的低效率使用，並不符合公共衛生的資源配置原則。

綜觀不同確診順從率情境，可發現順從率的提升確實會使乳房攝影策略的健康效益逐步提高，但並未改變策略之間的支配結構，亦即 40~74 歲 2 年 1 次乳房攝影策略持續展現為最具成本效益的篩檢選項。值得注意的是，本研究進一步發現「確診順從率」本身即為影響整體成本與效益的重要關鍵因子。當順從率由 70% 提升至 90% 時，不僅篩檢後的 QALYs 上升，整體醫療成本亦呈現下降趨勢，顯示高順從度情境可帶來「健康效益提升」與「成本減少」的雙重效益。此現象可歸因於提升確診順從率能有效減少晚期癌症的比例，進而避免大量晚期治療所需的高額醫療支出 (Averted Costs)，使整體資源配置更具效率 (Allocative Efficiency)。

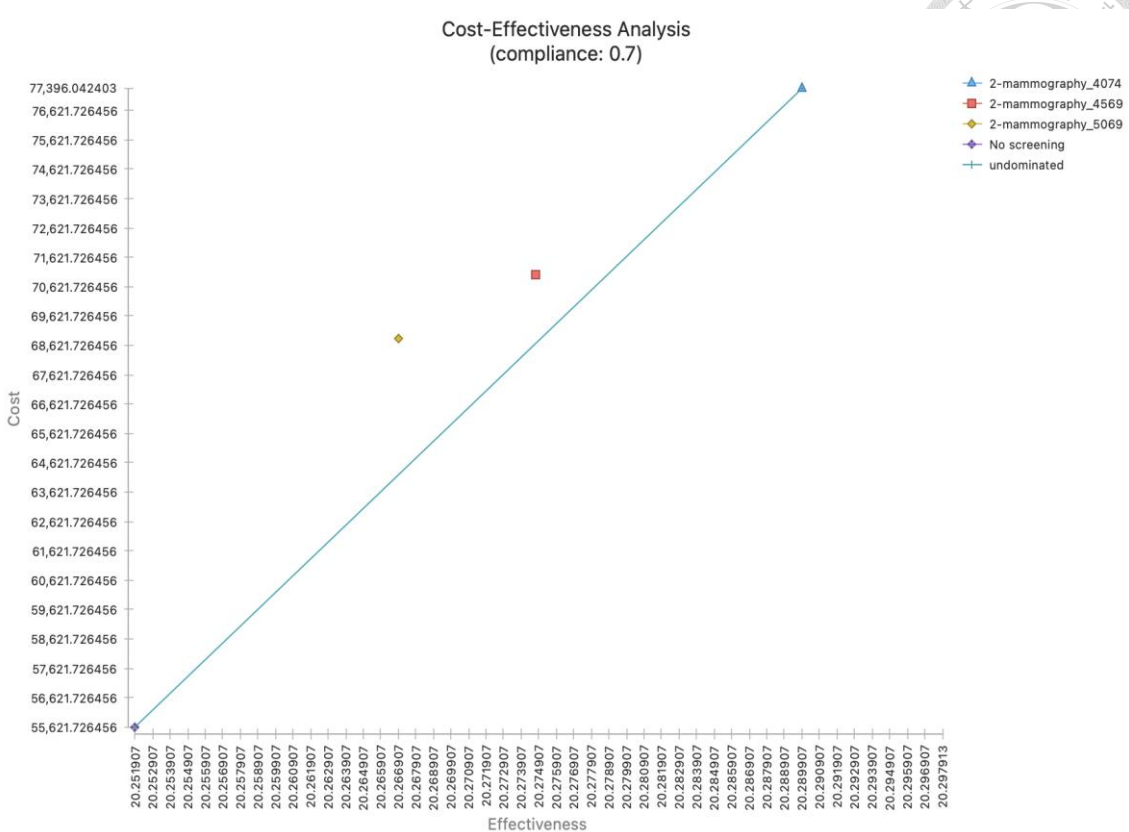


圖 3-5：確診順從率敏感度分析圖（70%）

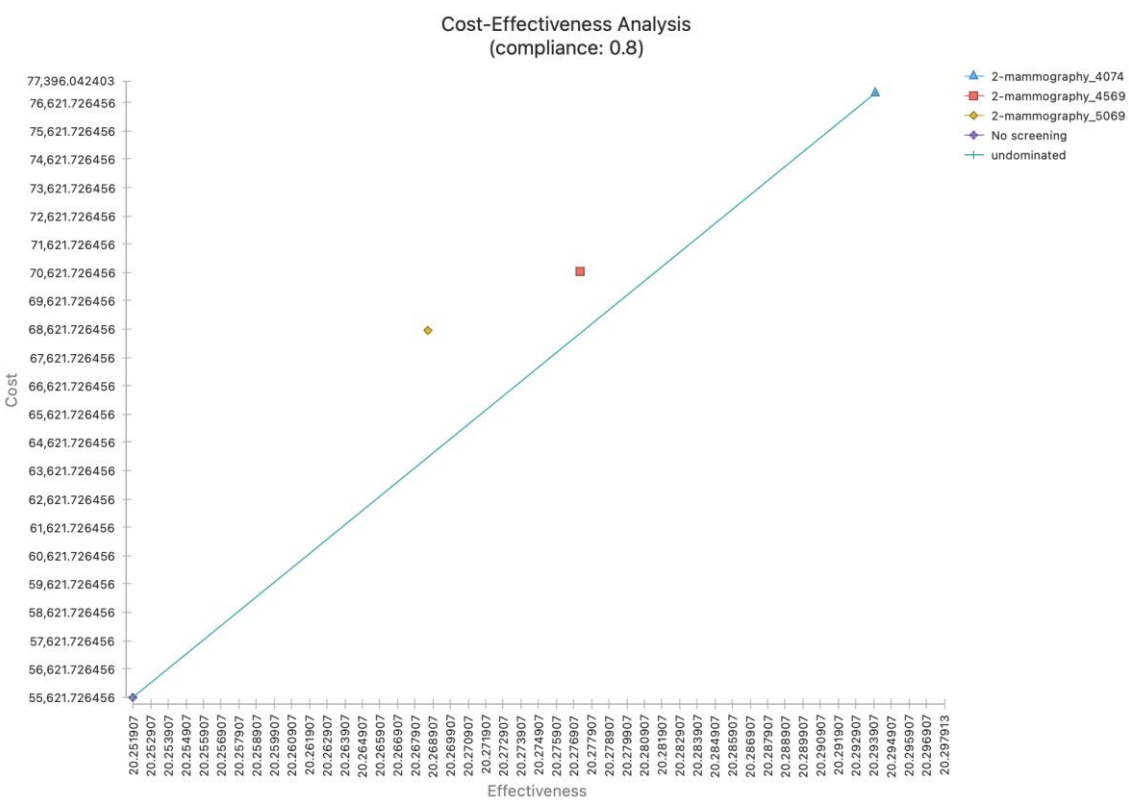


圖 3-6：確診順從率敏感度分析圖（80%）

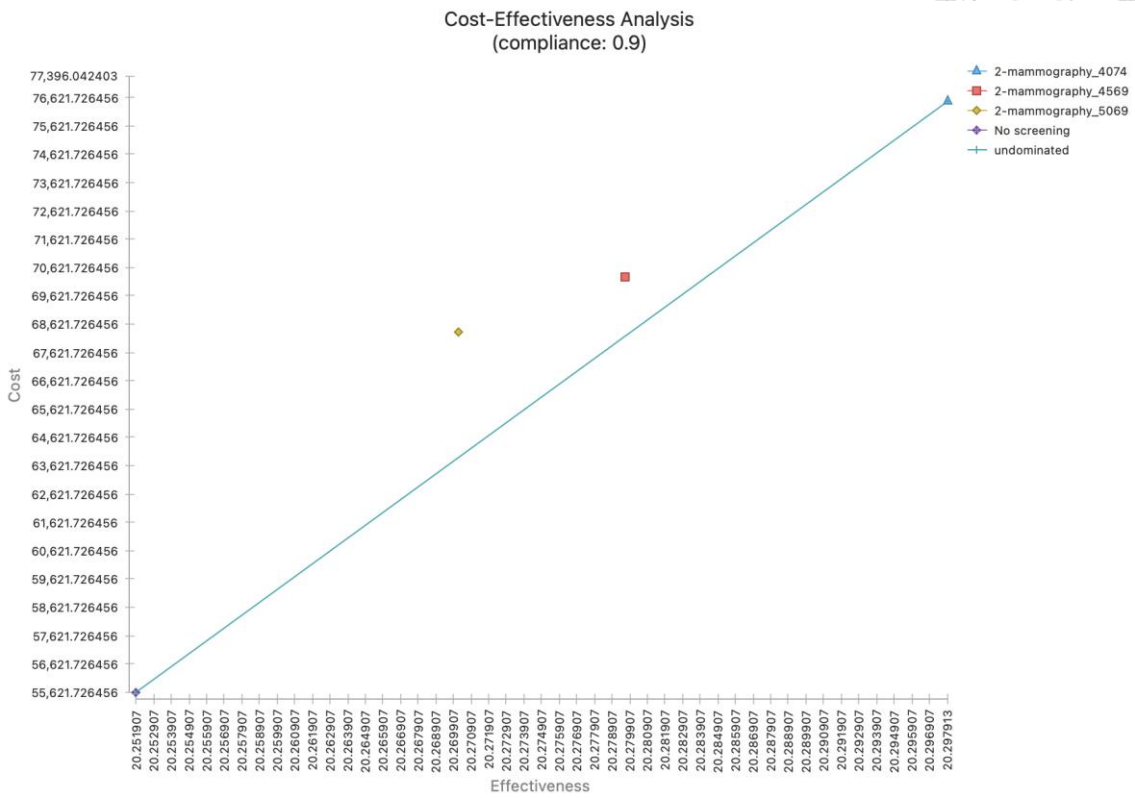
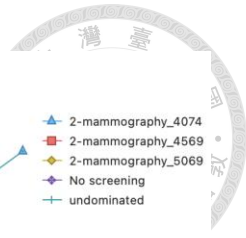


圖 3-7：確診順從率敏感度分析圖（90%）

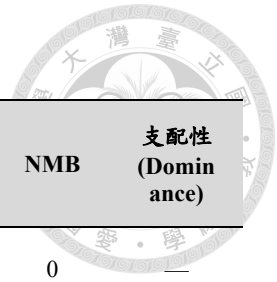


表 3-6：不同確診順從率下之成本效益分析結果

順從率 (Compliance)	篩檢策略 (Strategy)	成本 (Cost)	增量成本 (Incr. Cost)	效果 (Eff)	增量效果 (Incr. Eff)	ICER	NMB	支配性 (Dominance)
0	無篩檢	55,621.73	0	20.2519	0	0	0	—
0.7	乳房攝影 (5069)	68,875.38	13,253.66	20.2669	0.01502	882,348.93	2,059.08	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	71,040.07	2,164.69	20.2748	0.00783	276,546.55	5,817.92	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	77,396.04	21,774.32	20.2899	0.038	573,013.22	16,966.30	非支配
0.8	乳房攝影 (5069)	68,598.27	12,976.54	20.2686	0.0167	777,134.75	4,048.94	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	70,664.39	2,066.12	20.2773	0.00866	238,533.1	6,762.66	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	76,936.35	21,314.62	20.294	0.04213	505,945.02	21,636.49	非支配
0.9	乳房攝影 (5069)	68,324.29	12,702.56	20.2702	0.01828	694,829.72	5,933.72	擴展性支配
	乳房攝影 (4569)	70,293.4	1,969.12	20.2796	0.00944	208,551.43	7,654.87	擴展性支配
	乳房攝影 (4074)	76,478.83	20,857.11	20.2979	0.04601	453,354.73	26,049.62	非支配

- 註：1. 本表呈現不同順從率（compliance 0.7、0.8、0.9）下，乳房攝影篩檢策略與無篩檢相比之成本效益果。
2. 成本（Cost）與增量成本（Incr. Cost）以新台幣（NTD）計算；效果（Eff）與增量效果（Incr. Eff）以 QALYs（Quality-adjusted Life Years）表示。
3. ICER（Incremental Cost-Effectiveness Ratio）反映各策略相對於次佳策略之增量成本效益比。
4. NMB（Net Monetary Benefit）依設定之付費意願門檻（WTP）計算，用於比較策略之總體經濟效益。
5. C/E（Cost per Effectiveness）代表每單位效益所需成本，用於輔助判斷策略效率。
6. 支配性（Dominance）中，非支配（Undominated）：策略具合理成本效益；擴展性支配（Extended dominated）：策略成本效益較差，被排除於最適策略組合之外。
7. 順從性情境下，2 年 1 次乳房攝影（4074）均為非支配策略，顯示其具較佳成本效益表現。

第四節、機率敏感度分析(Probabilistic Sensitivity Analysis, PSA)

為評估模型中多項參數同時變動所造成之聯合不確定性 (Joint Uncertainty) 對成本效果結果與政策決策風險之影響，本研究採用機率敏感度分析 (Probabilistic Sensitivity Analysis, PSA)。在 PSA 中，將主要模型參數 (包括成本、效益及轉移機率等) 依其不確定性特性設定適當之機率分配，並透過蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 重複抽樣。

本研究共進行 5 萬次蒙地卡羅模擬，以產生各策略相對於不篩檢之增額成本與增額效果分布，並進一步繪製增額成本效果平面 (Incremental Cost-effectiveness Plane, ICE plane) 及成本效果可接受曲線 (Cost-effectiveness Acceptability Curve, CEAC)，用以呈現不同支付意願門檻下各策略具成本效果之機率。透過 PSA 分析，可更全面反映參數不確定性對研究結果之影響，提升成本效果評估在公共衛生政策決策上的參考價值。

一、散佈圖與信賴橢圓 (Confidence Ellipse)

不同乳癌篩檢策略相對於不篩檢之增量成本效果散佈圖 (Incremental Cost-Effectiveness Scatterplot, ICE) 如下所示 (圖 3-8 至圖 3-10、圖 3-11 至圖 3-13 及圖 3-14 至圖 3-16)，分別呈現 WTP 為 1 倍 (WTP=1,019,490)、2 倍 (WTP=2,038,980) 及 3 倍 (WTP=3,058,470) GDP 時之情形。

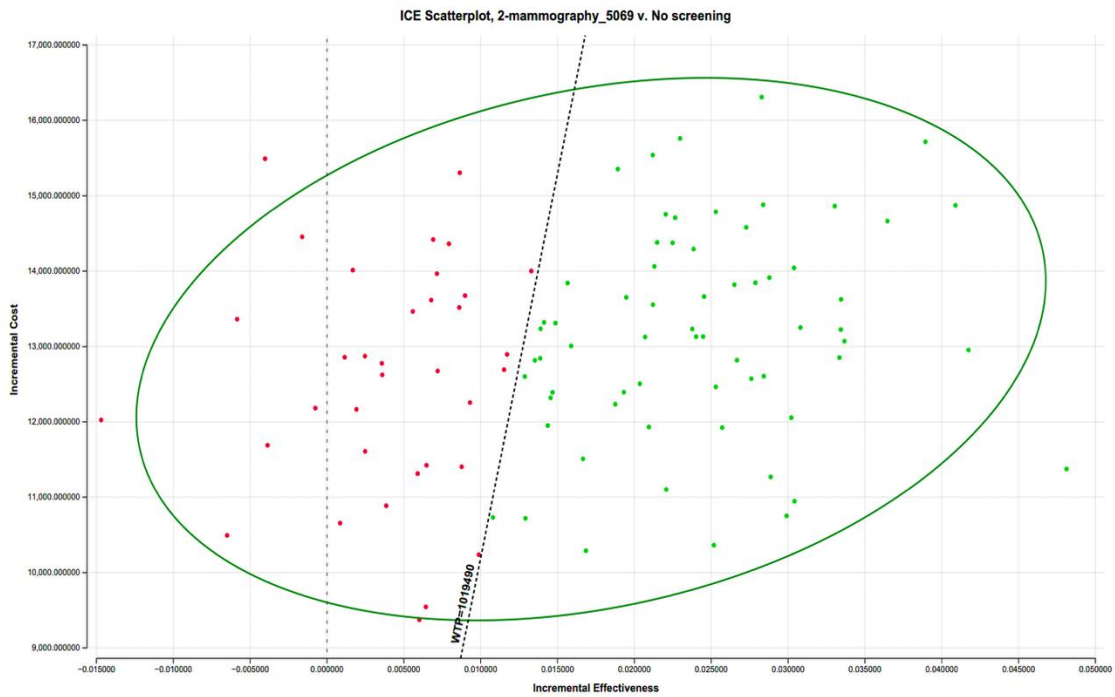


圖 3-8：50~69 vs. No screening (1×GDP) 之增量成本效益散佈圖

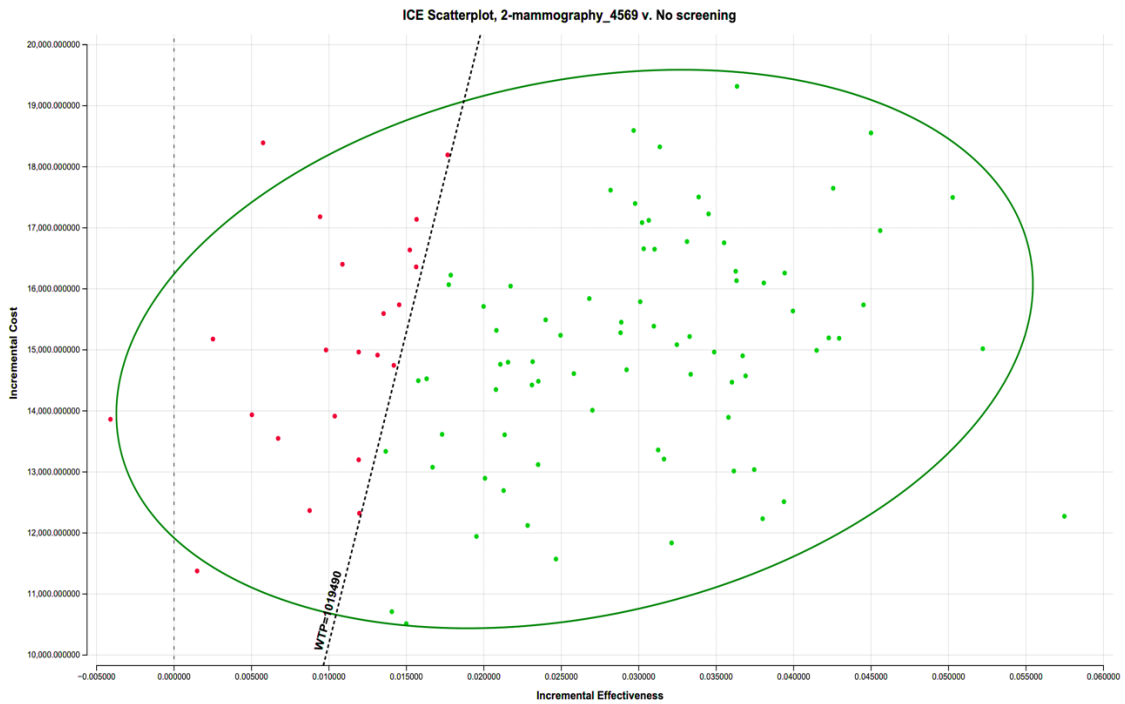


圖 3-9：45~69 vs. No screening (1×GDP) 之增量成本效益散佈圖

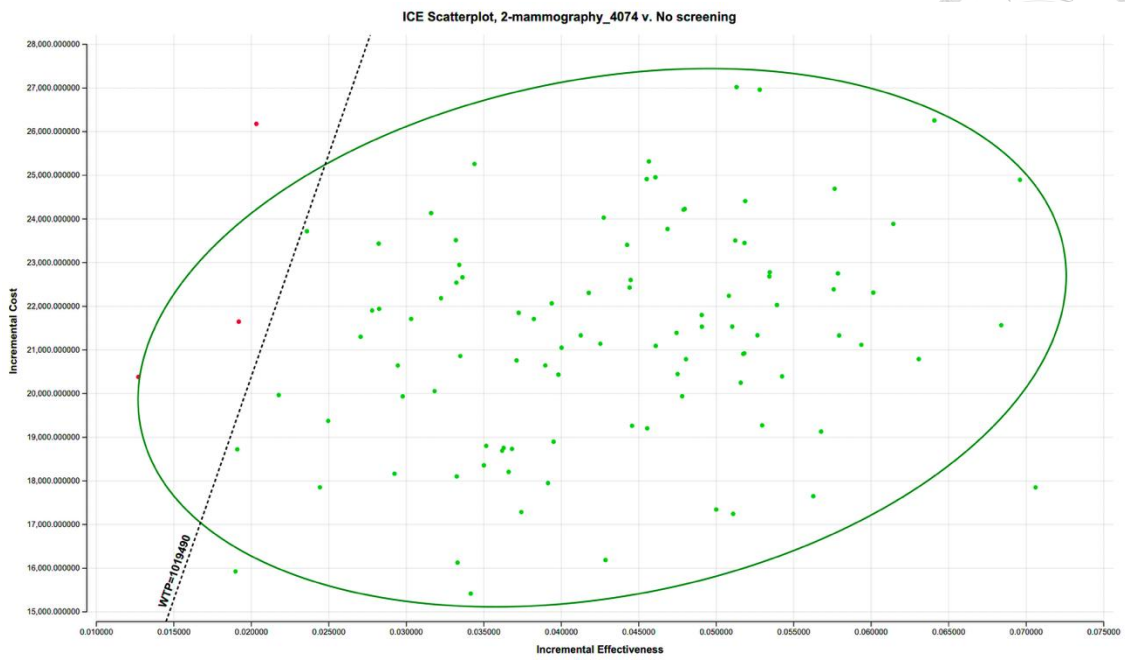


圖 3-10：40~70 vs. No screening (1×GDP) 之增量成本效益散佈圖

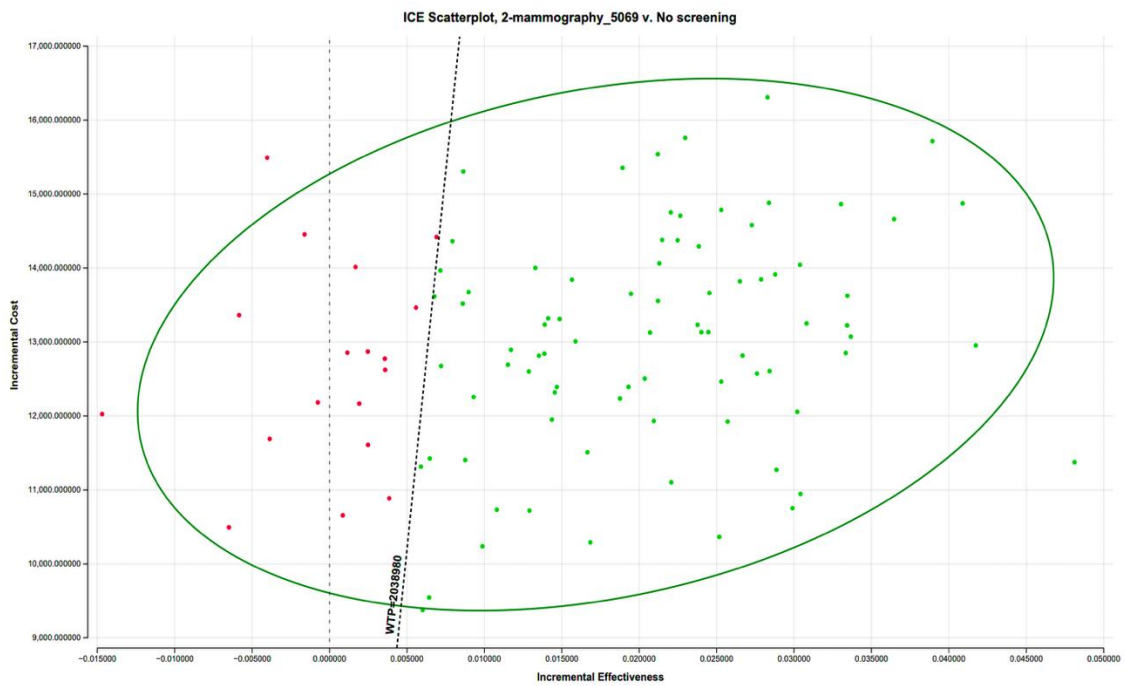


圖 3-11：50~69 vs. No screening (2×GDP) 之增量成本效益散佈圖

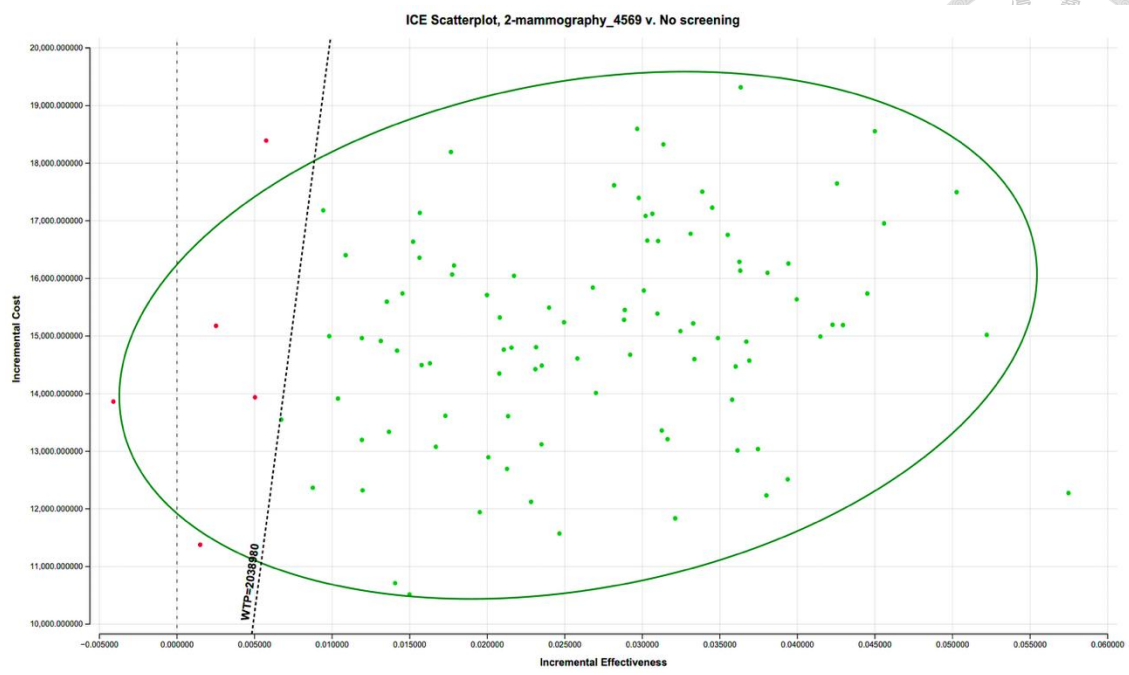


圖 3-12 : 45~69 vs. No screening (2xGDP) 之增量成本效益散佈圖

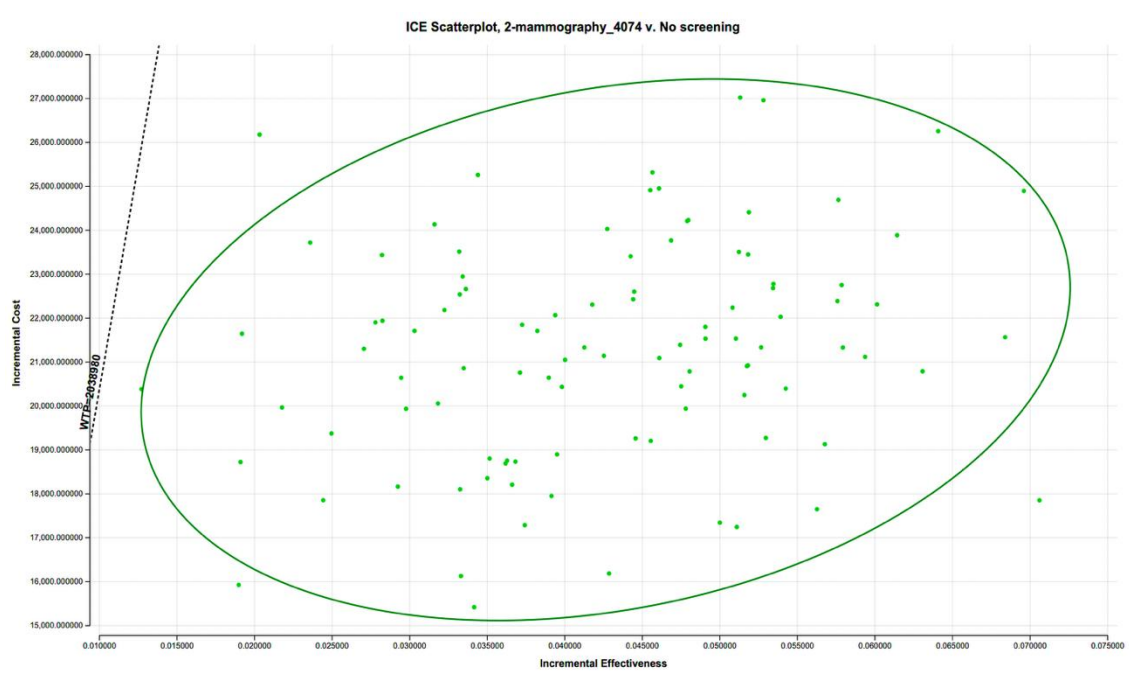


圖 3-13 : 40~74 vs. No screening (2xGDP) 之增量成本效益散佈圖

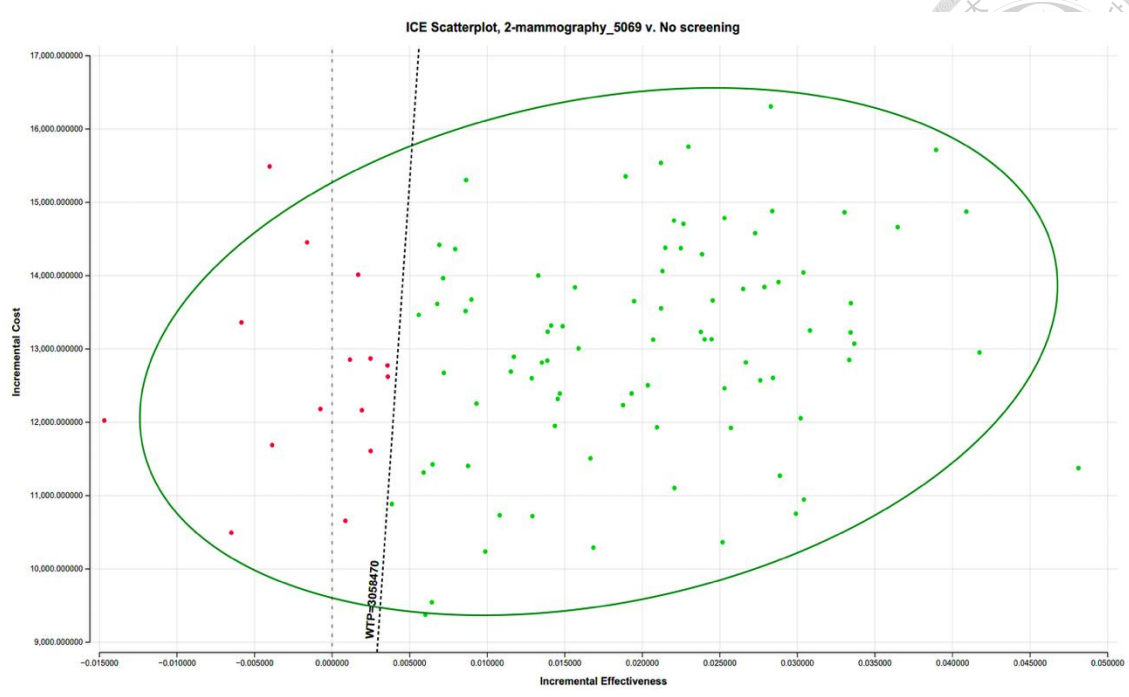
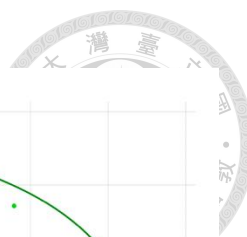


圖 3-14 : 50~69 vs. No screening (3×GDP) 之增量成本效益散佈圖

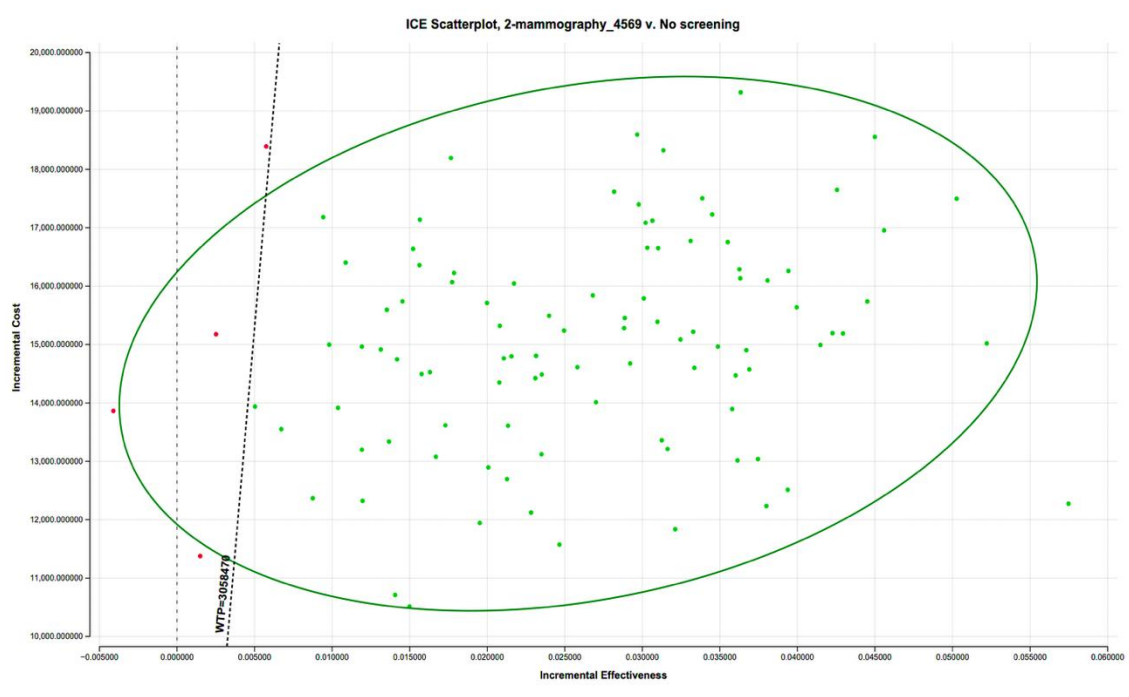


圖 3-15 : 45~69 vs. No screening (3×GDP) 之增量成本效益散佈圖

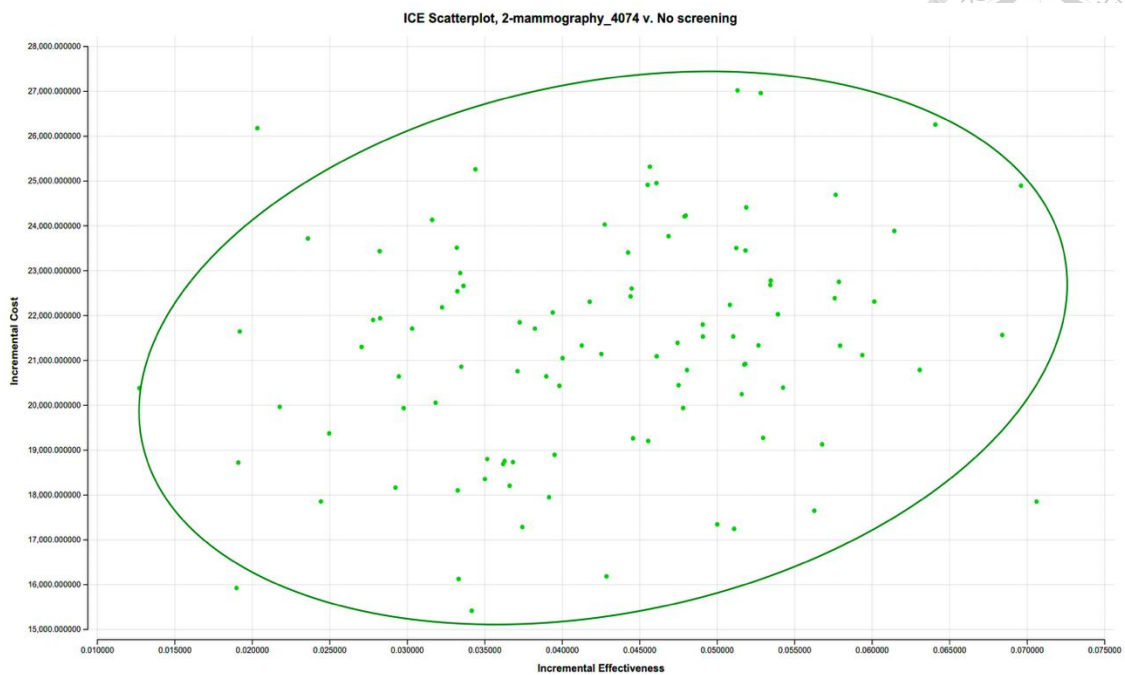


圖 3-16：40~74 vs. No screening (3×GDP) 之增量成本效益散佈圖

本研究比較不同乳癌篩檢年齡策略相對於不篩檢之經濟效益，並透過蒙地卡羅模擬呈現不確定性。結果顯示，各篩檢策略之成本效果會隨支付意願門檻提高而產生差異，顯示支付意願在政策決策中扮演重要角色。增量成本效果散佈圖(ICE)顯示，各乳房攝影篩檢策略相較於未篩檢情境，多數模擬結果落於成本效果平面之第一象限(右上象限)，表示在多數模擬情境下，篩檢策略相較未篩檢具有較高之成本，同時亦能帶來較高之健康效果。

進一步比較不同年齡範圍之篩檢起始及終止年齡策略可發現：40~74 歲篩檢與不篩檢相比較，在 WTP 設定為 1 倍人均 GDP (1,019,490) 時，散佈圖顯示絕大多數的模擬點(綠色點)均位於 WTP 虛線的右側。這表示相較於不篩檢，擴大篩檢至 40~74 歲雖增加成本，但其帶來的健康效益(QALYs)在當前經濟水準下是完全值得的。即使將 WTP 門檻提高至 2 倍 GDP (約 203 萬)，結果依然穩健，因此 40~74 歲篩檢策略之增量效果最高，惟同時伴隨較高之增量成本，且模擬結果分布較為分散，顯示其成本效果結果之不確定性相對較高。



50~69 歲篩檢與不篩檢比較，雖然 50~69 歲策略的散佈點也多位於 WTP 線右側，顯示其具成本效益，相較之下，50~69 歲篩檢策略之增量成本與增量效果皆較低，模擬點分布亦較集中，其成本效果結果相對穩定。

45~69 歲篩檢與不篩檢比較，45~69 歲策略部分模擬點（紅點）位於 WTP 線左側，顯示在某些參數組合下，此策略可能不具成本效益，其穩健度略低於 40~74 歲，45~69 歲篩檢策略則介於上述兩者之間。

二、成本效果可接受度曲線（Cost-Effectiveness Acceptability Curve, CEAC）

進一步繪製成本效果可接受度曲線（CEAC），以評估在不同社會願付價格（WTP）水準下，各策略成為具成本效果方案之機率。分析結果顯示，在較低 WTP 水準下，未篩檢策略具有最高之成本效果可接受度；隨著 WTP 水準逐步提高，各乳房攝影篩檢策略之可接受度亦隨之上升。

三種篩檢策略中，40~74 歲每兩年一次之乳房攝影篩檢策略，在較高 WTP 水準下呈現最為快速且顯著之可接受度上升趨勢，並於高 WTP 條件下接近完全可接受。相較之下，45~69 歲篩檢策略之可接受度上升幅度次之，而 50~69 歲篩檢策略於多數 WTP 水準下之可接受度則相對較低。整體而言，CEAC 結果顯示，不同乳房攝影篩檢策略之相對成本效果表現，會隨社會願付價格水準之不同而有所變化。

當 WTP 低於約 50 萬新台幣時，未篩檢策略仍為最具成本效果之選擇（如圖 3-17 所示）；然而當 WTP 超過此門檻後，40~74 歲每兩年篩檢策略之成本效果可接受度迅速上升，並於較高 WTP 水準下成為最具成本效果之策略。在台灣常用之成本效果判斷基準（如每 QALY 約為 1 倍人均 GDP）下，40~74 歲篩檢策略幾乎具有完全成為最佳策略之機率，而 45~69 歲及 50~69 歲篩檢策略在本模型設定與參數假設下，則未能展現相對優勢。考量台灣近年人均 GDP 約為新台幣百萬元左右，此結果顯示，在合理之社會願付價格範圍內，擴大乳癌篩檢年齡涵蓋至 40~74 歲，於族群層級下具有較高之經濟可行性與潛在公共衛生效益，並可作為未來篩檢政策調整之重要參考依據。

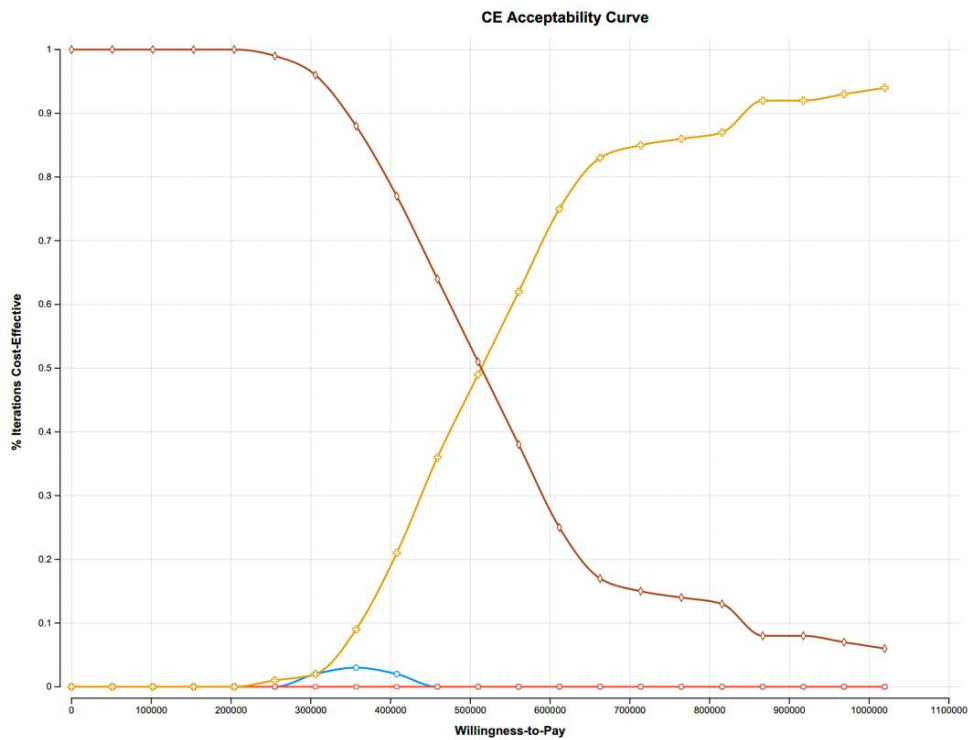


圖 3-17：1 倍人均 GDP 支付意願下各乳房攝影篩檢策略之成本效果可接受度曲線

三、不同願付價格門檻下之成本效果比較

進一步以機率敏感度分析 (Probabilistic Sensitivity Analysis, PSA) 結合成本效果可接受度曲線 (Cost-Effectiveness Acceptability Curve, CEAC), 評估在不同願付價格 (Willingness-to-pay, WTP) 門檻下, 各乳癌篩檢策略相對於不篩檢之成本效果表現, 其結果彙整 (如表 3-7 所示)。

在 1 倍人均 GDP (1,019,490) 之 WTP 門檻下, 僅「40~74 歲每兩年一次乳房攝影篩檢」策略呈現高度具成本效果之結果, 其絕大多數模擬點位於可接受區, 且於 CEAC 中具有近乎 100% 成為最佳策略之機率。相較之下「45~69 歲」與「50~69 歲」篩檢策略於該 WTP 水準下之成本效果仍具高度不確定性, 顯示其在多數模擬情境中尚未穩定達到成本效果門檻。

當 WTP 門檻提高至 2 倍人均 GDP (2,038,980) 時, 「50~69 歲」與「45~69 歲」篩檢策略之成本效果明顯改善, 多數模擬結果已進入可接受區, 顯示其於較高願付價格下具備成本效果。然而, 在此 WTP 條件下, 「40~74 歲」篩檢策略仍維持最高之成本效果機率, 且其結果表現穩健, 持續為最具優勢之策略。



進一步於 3 倍人均 GDP (3,058,470) 之情境下，三種乳癌篩檢策略皆顯示具成本效果，幾乎所有模擬點均落於可接受區。然而，即使在高 WTP 水準下，「40~74 歲」篩檢策略仍於 CEAC 中呈現最高之成本效果機率，顯示其在不同願付價格門檻下均為最具成本效果之篩檢策略。整體而言，不同乳癌篩檢策略之相對成本效果會隨社會願付價格水準而有所變化；在低 WTP 情境下，僅擴大篩檢年齡至 40~74 歲之策略能穩定展現其成本效果優勢，而隨著 WTP 提高，較窄年齡層之篩檢策略雖逐漸達到成本效果門檻，惟其整體健康效益與成本效果表現仍不及覆蓋範圍較廣之 40~74 歲篩檢策略。

表 3-7：不同 GDP (WTP) 門檻下，各乳癌篩檢策略相對不篩檢之成本效果比較

GDP 門檻 (WTP 數值 NTD)	50~69 歲 (2 年 1 次)	45~69 歲 (2 年 1 次)	40~74 歲 (2 年 1 次)
1 GDP (1,019,490)	具高度不確定性 散佈圖顯示相當比例的模擬點 (紅點) 位於 WTP 閾值線左側，顯示在此預算限制下，該策略有較大風險不具成本效益。	具不確定性 與 50~69 歲策略相似，仍有部分模擬點落於 WTP 線左側，顯示其成本效益結果不夠穩健。	具成本效益 絕大多數模擬點 (綠點) 均位於 WTP 閾值線右側，顯示即使在較嚴格的 1 倍 GDP 門檻下，此策略仍具有極高的成本效益機率。
2 GDP (2,038,980)	具成本效益 率變陡，使大部分模擬點進入右側接受區，顯示在此門檻下該策略已具備成本效益。	具成本效益 散佈點幾乎全數進入 WTP 線右側，顯示在此經濟水準下，該策略相較於不篩檢是值得執行的。	高度具成本效益 所有模擬點均穩健地分布於 WTP 線右側，且距離閾值線更遠，顯示其效益優勢極為顯著且穩定。
3 GDP (3,058,470)	高度具成本效益 幾乎所有模擬點均位於接受區，確認在寬裕的預算下，此策略絕對優於不篩檢。	高度具成本效益 結果與 50~69 歲策略相似，呈現極高的成本效益機率。	極高度具成本效益 模擬結果展現最強的穩健性，為所有策略中表現最優者。

註：GDP 作為社會支付意願 (WTP) 門檻之 proxy，成本效果係依 Monte Carlo ICE scatterplot 與信賴橢圓判定。



四、效益分佈與統計顯著性

比較各策略之健康效益機率密度函數 (PDF),「40~74 歲策略」之分佈曲線 (如圖 3-18~圖 3-19) 黃線顯著右移。統計檢定顯示其平均效益為 20.29 QALYs (95% CI: 20.25-20.32), 與無篩檢組及其他策略有顯著差異。

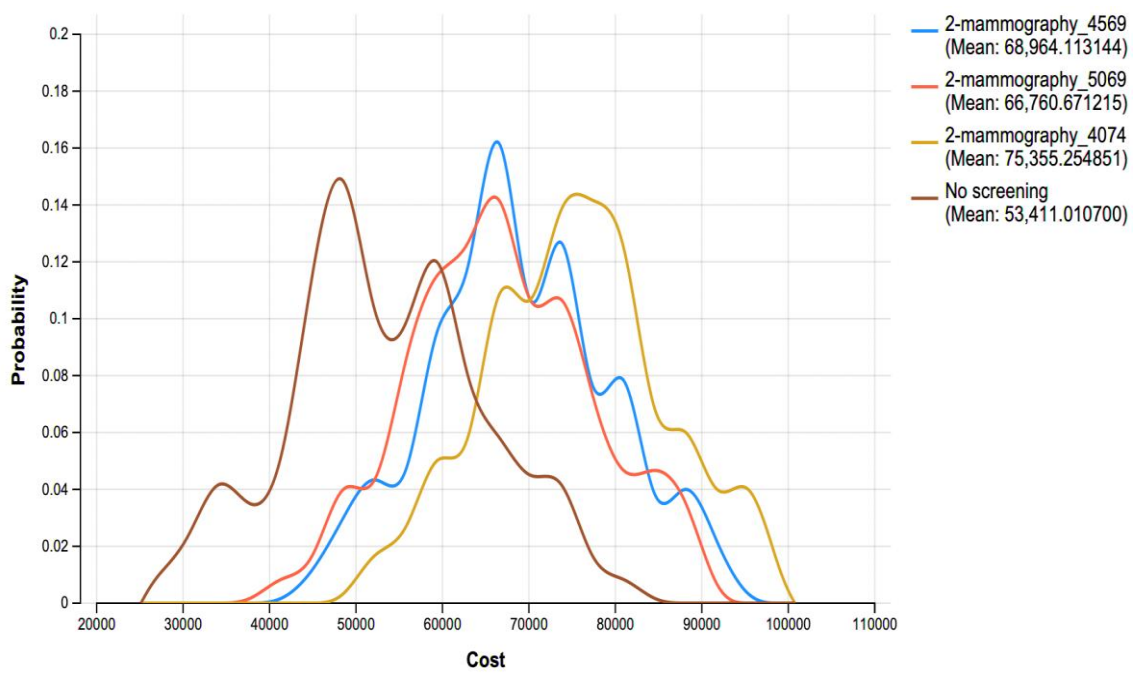


圖 3-18：各策略健康效益機率分佈圖 (Cost)

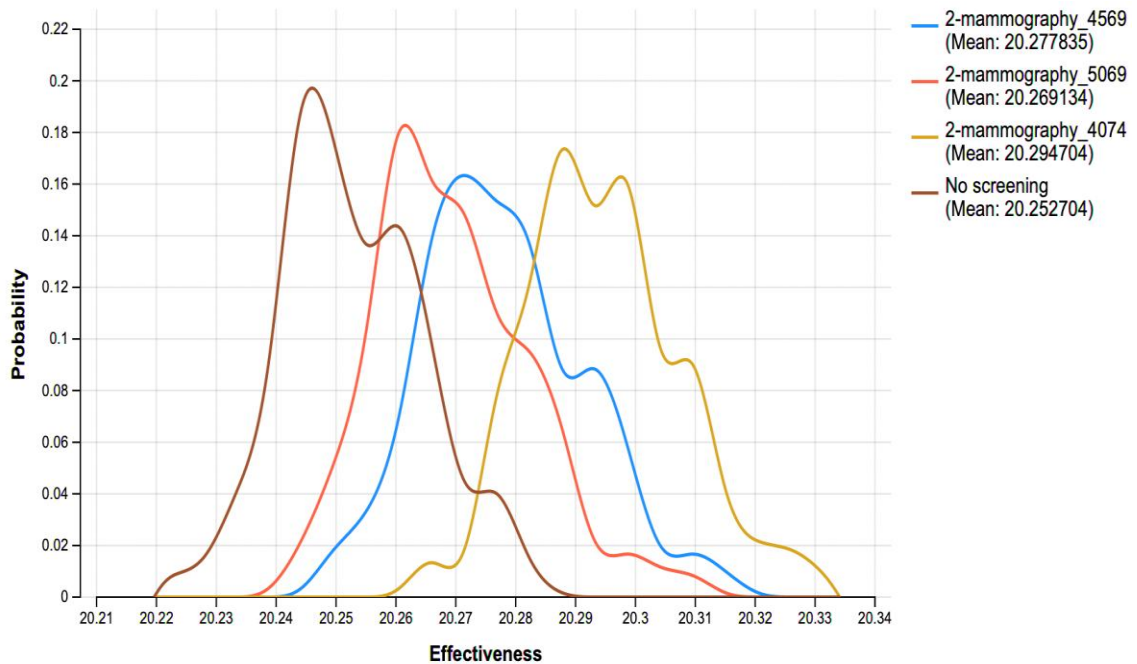


圖 3-19：各策略健康效益機率分佈圖 (Effectiveness)

第四章 討論/ Chapter 4 Discussion



第一節、綜合成本效益分析結果


本研究以成本效果分析 (Cost-effectiveness Analysis, CEA)、淨貨幣效益 (Net Monetary Benefit, NMB) 及成本效果可接受度曲線 (Cost-effectiveness Acceptability Curve, CEAC) 評估不同乳房攝影「篩檢起始/終止年齡」策略之經濟效益，並以不篩檢作為比較基準。在確定性成本效果分析結果中，40~74 歲婦女每兩年一次乳房攝影篩檢策略相較於不篩檢，呈現最大之增量健康效益 (QALYs)。相較之下，僅涵蓋 45~69 歲或 50~69 歲之篩檢策略，其增量健康效益較小，於效率排序中呈現延伸被支配 (Extended Dominance) 之情形。

當社會願付價格 (WTP) 設定為每 QALY 新台幣 1,019,490 元 (約為台灣人均 GDP 一倍) 時，40~74 歲篩檢策略位於 WTP 門檻線下方，其增量成本效果比低於該門檻，顯示該策略於此情境下具成本效益；相對而言，45~69 歲及 50~69 歲篩檢策略則位於門檻線上方，於該 WTP 水準下未達成本效益標準。

淨貨幣效益分析結果與上述發現一致。在較低 WTP 水準下，不篩檢策略具有較高之 NMB；然而，隨著 WTP 提高，40~74 歲篩檢策略之 NMB 迅速上升，當 WTP 超過約新台幣 50 萬元後即成為 NMB 最高之策略，並於一倍人均 GDP 的 WTP 門檻下持續維持其優勢。

機率敏感度分析結果進一步支持上述結論。CEAC 顯示在低 WTP 水準時，不篩檢策略具有最高之成本效果可接受度；隨著 WTP 提高，40~74 歲篩檢策略成為具成本效益方案之機率快速上升，並於高 WTP 水準下接近 100%。相較之下，45~69 歲及 50~69 歲篩檢策略於多數 WTP 水準下之可接受度均相對較低。

本研究建構多狀態馬可夫模型模擬乳癌自然病史，模型參數依據年齡分層設定不同之發生率 (λ_1 從 40 歲之 0.00159 上升至 45 歲之 0.00253) 與轉移機率，並考量晚期癌症較高之惡化率 ($\lambda_2 \approx 0.2455$) 與致死率 ($\lambda_6 \approx 0.0358$)。為評估參數不確定性對決策之影響，本研究執行了 5 萬次蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 之機率敏感度分析 (PSA)。



增量成本效益散佈圖 (ICE Scatterplots) 顯示，在願付價格 (WTP) 設定為 1 倍人均 GDP 之嚴格門檻下，各策略表現差異顯著。「45~69 歲」與「50~69 歲」篩檢策略，其散佈圖中仍有部分模擬迭代點 (Iteration) 之紅點落於 WTP 閾值線左側，顯示在較低預算限制下，這兩項策略存在不具成本效益之風險。相對而言，「40~74 歲」擴大篩檢策略在 1 倍 GDP 門檻下表現最為穩健，絕大多數模擬點均位於閾值線右側之接受區。

當 WTP 門檻提升至 2 倍或 3 倍 GDP (約 200 萬至 300 萬) 時，雖然所有篩檢策略相較於「不篩檢」均呈現具成本效益之結果 (模擬點普遍落於 WTP 線右側)，但綜合成本效益可接受曲線 (CEAC) 之分析指出，「40~74 歲」策略在 WTP 超過約 50 萬新台幣後，其具成本效益之機率迅速攀升至接近 100%，並始終優於其他篩檢年齡層。

此結果證實，不同乳癌篩檢策略之相對成本效果表現，會隨社會願付價格水準而有所變化，考量台灣當前經濟水準與篩檢效益，將篩檢年齡層擴大至 40~74 歲，在常用之 WTP 門檻下展現較佳之經濟效益，不僅能獲得最佳的健康效益，在經濟上亦為最具優勢與穩健度 (Robustness) 之決策。

第二節、偽陽性與後續診斷之長期效益權衡

過去臨床觀點常擔憂 40~44 歲年輕女性因乳房緻密導致偽陽性過高，而對篩檢持保留態度。本研究量化數據顯示，雖然年輕族群之特異度較低 (0.896)，但由於其預期壽命長，早期發現所挽救的「品質調整壽命年 (QALYs)」極為可觀。在長期折現模型下，這些長期效益足以抵銷初期因偽陽性與後續診斷性檢查所衍生的檢查成本與焦慮成本。



第三節、政策建議 (Policy Implications)

基於實證結果，提出具體政策建議：

一、政策推動之循證依據

現行國民健康署推動乳癌篩檢政策，依據本研究之 ICER 數據，篩檢起始年齡及終止年齡放寬至 40~74 歲，此舉不僅符合 WHO 之成本效益標準，亦能有效因應台灣社會高齡化與乳癌年輕化之雙重挑戰。

二、預算分配之優先順序與確診順從率提升

敏感度分析顯示，確診順從率為影響乳癌篩檢經濟效益的關鍵因素。政府在編列癌症防治預算時，除前端篩檢量的擴充，亦應同步強化陽性個案追蹤及確診後之個案管理與治療追蹤機制，包括導入個案管理師制度、治療追蹤系統及跨院轉介追蹤平台，以減少治療中斷與延宕，確保確診個案能持續接受標準治療。透過提升確診順從率，不僅可放大篩檢介入所帶來的健康效益，亦能在有限醫療資源下提升整體健康產出，強化乳癌防治策略之公共衛生價值。

第四節、結論 (Conclusion)

綜合國際與台灣文獻，乳癌篩檢在大多數情境下皆展現降低死亡率、延長壽命並提升生活品質的優勢，且具備合理的成本效益。

此外，研究應進一步聚焦於 40~44 歲族群篩檢之成本效益，以及不同篩檢起始年齡及終止年齡策略的比較，全面性篩檢策略在資源配置效率上仍有優化空間，未來政策可考慮導入風險分層篩檢或調整篩檢年齡與頻率，以兼顧健康效益與資源使用效率。這些研究不僅有助於確立最佳篩檢年齡範圍，也能為未來優化乳癌篩檢策略提供具體依據，使政策制定更能兼顧公共衛生成效與經濟合理性。

本研究結果顯示，將乳癌篩檢年齡層擴大至 40~74 歲，為所有評估策略中最具成本效益之方案。相較之下，僅針對 45~69 歲或 50~69 歲族群進行篩檢，雖較不篩檢策略能帶來較佳健康效益，但在相同願付價格 (Willingness-to-pay, WTP)


基準下，其可獲得之總體健康效益 (Total Quality-adjusted Life Years, Total QALYs) 仍低於涵蓋範圍較廣之 40~74 歲策略。此一結果支持將現行乳癌篩檢年齡向下延伸至 40 歲，並向上擴展至 74 歲之公共衛生政策方向。


本研究透過嚴謹之決策分析模型與台灣在地化參數資料，證實在適當篩檢順從度及完善後續診療管理配合下，將乳癌篩檢年齡擴大至 40~74 歲，不僅可有效提升婦女整體健康福祉，亦符合成本效果原則，為具經濟合理性之最適策略。

參考文獻/ Reference



1. Figueroa, J.D., et al., *The impact of the COVID-19 pandemic on breast cancer early detection and screening*. Preventive medicine, 2021. **151**: p. 106585-106585.
2. Organization, W.H. *Breast cancer*. 2024, March 12. [cited: 2025 Nov 09]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>
3. Health Promotion Administration, M.o.H.a.W., HPA. 2025. Available from: <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=614&pid=1121>
4. Marmot, M.G., et al., *The benefits and harms of breast cancer screening: an independent review: A report jointly commissioned by Cancer Research UK and the Department of Health (England) October 2012*. British journal of cancer, 2013. **108** (11): p. 2205-2240.
5. Duffy, S.W., et al., *Mammography screening reduces rates of advanced and fatal breast cancers: Results in 549,091 women*. Cancer, 2020. **126** (13): p. 2971-2979.
6. Duffy, S.W., et al., *Beneficial Effect of Consecutive Screening Mammography Examinations on Mortality from Breast Cancer: A Prospective Study*. Radiology, 2021. **299** (3): p. 541–547.
7. Weedon-Fekjær, H., P.R. Romundstad, and L.J. Vatten, *Modern mammography screening and breast cancer mortality: population study*. BMJ (Online), 2014. **348** (jun17 17): p. g3701-g3701.
8. Siu, A.L., *Screening for Breast Cancer: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement*. Annals of internal medicine, 2016. **164** (4): p. 279.
9. Yen, A.M.-F., et al., *Population-Based Breast Cancer Screening With Risk-Based and Universal Mammography Screening Compared With Clinical Breast Examination: A Propensity Score Analysis of 1 429 890 Taiwanese Women*. JAMA oncology, 2016. **2** (7): p. 915-921.
10. Health Promotion Administration, M.o.H.a.W., HPA. *2022 Health Promotion Administration Annual Report*. 2022 [cited: 2025 11/16]. Available from: <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1070&pid=18693>

- 
11. 衛生福利部國民健康署. 乳房X光攝影檢查疑似異常個案後續確診及治療處置流程. 2025 [cited : 2025 11/16]. Available from: <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=625&pid=1144&sid=1145>
 12. Tosteson, A.N.A., et al., *Cost-Effectiveness of Digital Mammography Breast Cancer Screening*. *Annals of internal medicine*, 2008. **148** (1): p. 1-10.
 13. Tabár, L., et al., *REDUCTION IN MORTALITY FROM BREAST CANCER AFTER MASS SCREENING WITH MAMMOGRAPHY: Randomised Trial from the Breast Cancer Screening Working Group of the Swedish National Board of Health and Welfare*. *The Lancet (British edition)*, 1985. **325** (8433): p. 829-832.
 14. Duffy, S.W., et al., *Absolute Numbers of Lives Saved and Overdiagnosis in Breast Cancer Screening, from a Randomized Trial and from the Breast Screening Programme in England*. *Journal of medical screening*, 2010. **17**(1): p. 25-30.
 15. Huang, C.-C., et al., *Identifying breast cancer risk factors and evaluating biennial mammography screening efficacy using big data analysis in Taiwan*. *Scientific reports*, 2025. **15** (1): p. 16250-10
 16. Hjelmgren, J., F. Berggren, and F. Andersson, *Health Economic Guidelines—Similarities, Differences and Some Implications*. *Value in health*, 2001. **4** (3): p. 225-250.
 17. Hoffmann, C., *The influence of economic evaluation studies on decision making.: A European survey*. *Health policy (Amsterdam)*, 2000. **52** (3): p. 179-192.
 18. Drummond, M., *Methods for the economic evaluation of health care programmes / Michael F. Drummond ... [et al.]*. 3rd ed. Oxford medical publications. 2005, Oxford : Oxford University Press.
 19. Briggs, A.H., K. Claxton, and M.J. Sculpher, *Decision modelling for health economic evaluation / Andrew Briggs, Karl Claxton, Mark Sculpher*. Handbooks in health economic evaluation series. 2006, Oxford: Oxford University Press.
 20. Chang, J.-C., et al., *Decision modelling of economic evaluation of intervention programme of breast cancer*. *Journal of evaluation in clinical practice*, 2010. **16** (6): p. 1282-1288.

- 
21. Yao, M.M.-S., et al., *Identification of Risk Factors for Interval Breast Cancer in a Population-based Screening Program*. *Radiology*, 2025. **317** (2): p. e243918.
22. Wilkinson, A.N., et al., *Cost-Effectiveness of Breast Cancer Screening Using Digital Mammography in Canada*. *JAMA network open*, 2025. **8** (1): p. e2452821.